



Zachodniopomorski
Uniwersytet
Technologiczny
w Szczecinie



Wydział
Kształtowania
Środowiska i Rolnictwa

71-434 Szczecin, ul. Słowackiego 17

Tel. 91 449 62 50, Fax 91 449 62 62

mgr inż. Urszula Agnieszka Chylewska

Wykorzystanie mikoryzy oraz dokarmiania dolistnego
i stosowania di-1-P-mentenu w uprawie winorośli odmiany
'Seyval Blanc' (*Vitis vinifera* L. x *Vitis rupestris* Scheele x *Vitis
lincecumii* Buckley)

The use of mycorrhiza and foliar feeding and application
of di-1-P-menthene in the cultivation of grapevines of the cultivar
'Seyval Blanc' (*Vitis vinifera* L. × *Vitis rupestris* Scheele × *Vitis
lincecumii* Buckley)

Rozprawa doktorska

napisana pod kierunkiem

dr hab. inż. Grzegorza Mikiciuka prof. ZUT

Katedra Ogrodnictwa

Szczecin 2024

Chciałabym podziękować
mojemu promotorowi
dr hab. inż. Grzegorzowi Mikiciukowi prof. ZUT
za cierpliwość, bezcenne sugestie,
poświęcony mi czas
i pomoc podczas pisania niniejszej pracy.
Rodzicom za wsparcie i zrozumienie.

Spis treści

1. Wstęp i cel pracy	4
2. Przegląd literatury	6
2.1. Charakterystyka gatunku winorośli.....	6
2.2. Wymagania klimatyczno - glebowe winorośli	11
2.3. Uprawa i znaczenie winorośli w Polsce	16
2.4. Mikoryza w produkcji ogrodniczej	20
2.5. Wymagania pokarmowe winorośli	24
2.6. Wykorzystanie antytranspirantów w uprawie roślin	27
3. Materiał, metody i warunki badań	29
3.1. Lokalizacja badań	29
3.2. Doświadczenie agrotechniczne	29
3.3. Charakterystyka odmiany Seyval Blanc	32
3.4. Charakterystyka zastosowanej w badaniach szczepionki mikoryzowej	36
3.5. Charakterystyka zastosowanych w doświadczeniach preparatów	36
3.6. Metody badań fizjologicznych, pomiarów biometrycznych oraz analiz chemicznych.....	37
3.7. Warunki meteorologiczne	42
3.8. Metody statystyczne	50
4. Wyniki	50
4.1. Wyniki doświadczenia I którego celem było określenie wpływu zabiegu inokulacji grzybami mikoryzowymi oraz dolistnej aplikacji preparatów stymulujących zawierających krzem i wapń na wybrane cechy fizjologiczne, skład chemiczny liści i owoców oraz parametry biometryczne plonu winorośli odmiany Seyval Blanc	50
4.1.1. Parametry wymiany gazowej w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc ..	50
4.1.2. Zawartość barwników asymilacyjnych w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc	58
4.1.3. Parametry fluorescencji chlorofilu w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc	64
4.1.4. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość makroelementów w liściach odmiany Seyval Blanc	70
4.1.5. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość sodu i mikroelementów w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc	73
4.1.6. Wpływ czynników doświadczalnych na parametry biometryczne gron i owoców winorośli odmiany Seyval Blanc	77
4.1.7. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość ekstraktu, kwasowość ogólną, pH, oraz indeks dojrzałości owoców winorośli odmiany Seyval Blanc	79

4.1.8.	Zawartość polifenoli ogółem, flawonoidów ogółem, aktywność i pojemność antyoksydacyjna oraz zawartość kwasu askorbinowego w owocach odmiany Seyval Blanc	81
4.1.9.	Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość makroelementów w owocach winorośli odmiany Seyval Blanc.....	84
4.1.10.	Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość sodu i mikroelementów w owocach winorośli odmiany Seyval Blanc.....	87
4.2.	Wyniki doświadczenia II którego celem było określenie wpływu zabiegu inokulacji grzybami mikoryzowymi oraz dolistnej aplikacji antytranspiranta opartego na di-1-P-mentenie na wybrane cechy fizjologiczne, skład chemiczny liści i owoców oraz parametry biometryczne plonu winorośli odmiany Seyval Blanc	90
4.2.1.	Parametry wymiany gazowej w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc ..	90
4.2.2.	Zawartość barwników asymilacyjnych w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc	96
4.2.3.	Parametry fluorescencji chlorofilu w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc	101
4.2.4.	Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość makroelementów w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc.....	106
4.2.5.	Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość mikroelementów w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc.....	108
4.2.6.	Wpływ czynników doświadczalnych na parametry biometryczne gron i owoców winorośli odmiany Seyval Blanc.....	111
4.2.7.	Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość ekstraktu, kwasowość ogólną, indeks dojrzałości oraz pH owoców winorośli odmiany Seyval Blanc	113
4.2.8.	Zawartość polifenoli ogółem, flawonoidów ogółem, aktywność i pojemność antyoksydacyjna oraz zawartość kwasu askorbinowego w owocach winorośli odmiany Seyval Blanc.....	115
4.2.9.	Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość makroelementów w owocach winorośli odmiany Seyval Blanc.....	117
4.2.10.	Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość mikroelementów w owocach winorośli odmiany Seyval Blanc.....	119
5.	Dyskusja	122
6.	Wnioski	146
7.	Bibliografia	148
8.	Streszczenie	170
9.	Summary	173

1. Wstęp i cel pracy

Winorośl (*Vitis vinifera* L.) Vitaceae jest najpowszechniej uprawianą i jedną z najważniejszych gospodarczo roślin owocowych na świecie (Kowalczyk i in. 2022a). Zachodzące zmiany klimatyczne wyznaczają nowe granice zasięgu upraw winorośli na całym świecie. Polska należy do najchłodniejszej strefy A (Kowalczyk i in. 2022b), a Pomorze Zachodnie znajduje się w rejonie północnej granicy zasięgu uprawy tego gatunku. Największym zagrożeniem dla winnic w naszym kraju są niesprzyjające (stresogenne) warunki pogodowe w czasie wzrostu, kwitnienia i dojrzewania owoców, mogące zmniejszać wielkość, a przede wszystkim jakość uzyskiwanych plonów winogron.

W Polsce dopiero w latach 80, XX wieku rozpoczęto badania nad przydatnością różnych odmian winorośli do uprawy towarowej w celach przetwórczych. Ze względu na mniejsze wymagania klimatyczne oraz większą odporność na choroby i szkodniki, najlepiej sprawdzają się odmiany będące mieszańcami międzygatunkowymi. Stanowią one niewielki ułamek światowej produkcji winorośli, ale są jednak bardzo ważne lokalnie, w krajach o mniej sprzyjających warunkach do uprawy (Kowalczyk i in. 2022a). Najpopularniejsze w Polsce odmiany mieszańców międzygatunkowych przeznaczonych do produkcji wina to Solaris, Regent, Rondo i Seyval Blanc. W świetle obserwowanego ocieplania się klimatu, mimo nadal większego ryzyka uprawy, wśród polskich winiarzy wzrasta zainteresowanie „klasycznymi” odmianami winorośli, takimi jak np. Chardonnay, czy Pinot Noir.

Uprawa winorośli w naszym kraju nadal 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 stesy abiotyczne i biotyczne oraz ograniczenia zużycia środków chemicznych, w tym nawozów mineralnych (Sas-Paszt i in. 2010, Mikiciuk i in. 2019).

Obecnie 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 stesy. 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, zwiększa odporność roślin na choroby, wpływa również na syntezę kwasu salicylowego, substancji wzrostowej uwalnianej w wyniku działania czynników stresowych (Mikiciuk i Mikiciuk 2010). Na szczególną uwagę zasługuje również odpowiednie dokarmianie roślin wapniem. Wpływa on między innymi na zwiększenie stabilności ścian komórkowych, zmniejsza przepuszczalność błony komórkowej dla wody, wpływa na potencjał osmotyczny i ogranicza wnikanie wody do owoców (Mikiciuk i in. 2015a, Mikiciuk i in. 2018).

W warunkach ocieplania się klimatu niezwykle istotny staje się problem jak najbardziej 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 oraz ograniczanie pęknięcia owoców, nie powodując zmniejszenia wielkości i jakości plonów (Mikiciuk i in. 2015b, Telesiński i in. 2016).

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.

2. Przegląd literatury

2.1. Charakterystyka gatunku winorośli

Winną latorośl - *Vitis* L. jest wieloletnim pnączem, a jej przodkowie pojawili się już w okresie jurajskim (ok. 150 mln lat temu), odciski liści znane są z utworów kredowych w Czechach i w Portugalii (Baláž i Rybár 2006, Rusnak 2016). *Vitis* L. należy do rzędu *Vitales* winoroślowce, rodziny *Vitaceae* winoroślowate, obejmuje około 70 gatunków, rozproszonych w Azji, Ameryce Północnej i Środkowej, Afryce Północnej oraz Europie (Madej 1957, Terral i in. 2010, Lisek 2011).

Winorośl jest jedną z najważniejszych roślin na świecie (Brodnicka 2019), głównie ze względu na owoce i związane z nimi produkty, które mają ogromne znaczenie ekonomiczne i kulturowe (Maia i in. 2021). Badania archeologiczne wskazują, iż jest jedną z najstarszych obok zboża uprawianych roślin. Uprawa udomowionych winorośli rozpoczęła się 6000 – 8000 lat temu na Bliskim Wschodzie (Lutomski i in. 2003, Bacilieri i in. 2013, Ghan i in. 2015, Fortes in. 2016, Köse i in. 2024). W stanie dzikim rośliny te występują na dość zróżnicowanych pod względem geograficznym terenach, położonych przeważnie w strefie klimatu umiarkowanego i subtropikalnego, a parę z nich występuje także w tropikach (Internet 12). Badacze nie są zgodni co do liczby gatunków, gdyż właściwie wszystkie winorośle zaliczane do rzędu *Vitis* są na tyle podobne, że trudno jest znaleźć jednoznaczne kryteria ich klasyfikacji. Nie istnieje między nimi żadna bariera biologiczna, która uniemożliwiłaby w warunkach naturalnych ich wzajemne krzyżowanie oraz uzyskanie wspólnego płodnego potomstwa (Myśliwiec i in 2018).

Rodzaj *Vitis* obejmuje dwa podrodzaje: *Muscadinia* Planch. i *Euvitis* Planch. różniące się cechami morfologicznymi i anatomicznymi (Maia i in. 2021). Uprawa gatunków *V. rotundifolia* Michx. (winorośl okrągłolistna lub muszkatoła) i *V. munsoniana* Sims. (winorośl Munsona), należących do *Muscadinia*, prowadzona jest lokalnie w południowych stanach USA i nie ma większego znaczenia gospodarczego. Gatunki należące do podrodzaju *Euvitis* dzielimy na trzy grupy geograficzne: winorośle amerykańskie około 20 - 30 gatunków, winorośle wschodnioazjatyckie około 40 gatunków oraz euroazjatycką winorośl właściwą *Vitis vinifera* (Lisek 2011, Myśliwiec i in 2018). Winorośl właściwa nazywana jest również winoroślą europejską, winoroślą szlachetną, winną latoroślą albo dosłownie tłumacząc z łacińskiej nazwy, winoroślą winorodną (Myśliwiec i in. 2000, Internet 12). *Vitis vinifera* L., dał początek większości uprawianych obecnie winorośli a jej gatunki różnią się pod względem morfologii

i preferowanego siedliska, jednak łatwo mogą się krzyżować, tworząc mieszańce międzygatunkowe (Paprocka i in. 2023). Odmiany należące do winorośli właściwej cenione są ze względu na wysoką jakość owoców i wyrabianego z nich wina (Myśliwiec i in. 2000, Lisek 2011, Internet 12).

Morfologiczne i genetyczne badania porównawcze pozwoliły zidentyfikować dziką roślinę, od której pochodzi winorośl właściwa uprawna *Vitis vinifera sativa* (Góralczyk 2016). Jest ona z najbardziej znanych roślin wieloletnich, uprawianą na 7,3 miliona hektarów na całym świecie (Rahimi i in. 2023). Początkowo zaliczano ją do gatunku dzikiej winorośli właściwej leśnej *Vitis vinifera sylvestris*, a obecnie do odmian jej podgatunku *Vitis vinifera* L. subsp. *sylvestris* (Góralczyk 2016). Eurazjatycki gatunek pospolitej winorośli, *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* jest najlepiej znanym gatunkiem, ponieważ jest przodkiem większości winorośli uprawianych obecnie (Rahimi i in. 2023). Tylko winorośl właściwa rośnie i występuje na stanowiskach naturalnych w zachowanych reliktowo lasach liściastych krajów śródziemnomorskich i Azji Południowo-Zachodniej. Winorośl ta rozpowszechniła się przez ciepłolubne łęgi rzeki Renu i Dunaju do Europy Środkowej (Adamczewska-Sowińska i in. 2016). W ciągu tysięcy lat uprawy, winorośl właściwa wykształciła niewiarygodna ilość odmian o bardzo różnych cechach użytkowych, jako owoce deserowe, do wyrobu rodzynek a także soków i wina (Internet 13, Abiri 2020).

Obecnie na całym świecie uprawia się ponad 10 000 odmian winorośli należących do rodzaju *Vitis* (Khan i in. 2020). Krzewy winorośli mogą rosnąć i owocować przez 60-80, a nawet 100 lat. Krzewy winorośli zaczynają wydawać owoce dopiero w trzecim roku uprawy. Jednak pierwszy plon owoców jest mniejszy, ponieważ winorośl nie jest jeszcze w pełni rozwinięta (Łagocka i in. 2017). W warunkach naturalnych jej wieloletnie pędy mogą osiągać długość do 40 metrów, ale przy uprawie plantacyjnej się do tego nie dopuszcza. Określoną wielkość i formę krzewów uzyskuje się przez prowadzenie odpowiedniego cięcia roślin. (Rusnak 2016).

Krzew winorośli składa się z części podziemnych: trzon korzeniowy, korzenie szkieletowe, korzenie podpowierzchniowe. Trzon korzeniowy to zgrubiały odcinek łoży użyty do wykonania sadzonki (Myśliwiec i in. 2018). Stanowi on środkową część systemu korzeniowego, łączy korzenie szkieletowe z nadziemną częścią krzewu. Jego długość powinna wynosić 30 - 40 cm, a na glebach piaszczystych, nawet do 50 cm (Rusnak 2016). Korzenie szkieletowe przenikają w głąb gleby i zaopatrują krzewy w wodę oraz składniki pokarmowe (Keller 2020). Obok korzeni szkieletowych,

występują liczne, cieńsze rozgałęzione korzenie dalszych rzędów, pełniące podobną funkcję (Myśliwiec 2009). Najważniejszą częścią systemu korzeniowego są włósniki, rurkowate, cienkościenne uwypuklenia komórek skórki korzenia, powstające blisko jego wierzchołka wzrostu. Pobierają one niezbędne składniki odżywcze oraz wodę, a także wchodzą w interakcję z mikoryzą. Ponieważ korzenie rozwijają się, gęstnieją, włósniki po kilku tygodniach zanikają, a w ich miejsce pojawiają się nowe. (Myśliwiec 2013, Creasy i in. 2018). W warunkach Polski, gdzie gleba jest relatywnie chłodna, większość aktywnych korzeni rozwija się do głębokości 1,5 - 2 m. W krajach o cieplejszym klimacie, gdzie gleba narażona jest na suszę, korzenie sięgają do głębokości 5 - 7 m (Lisek 2011). System korzeniowy winorośli odznacza się silnym rozwojem, dużą możliwością rozgałęziania i dobrym przystosowaniem do warunków glebowych (Bułhakow 2002). Korzenie podpowierzchniowe wyrastają tuż pod powierzchnią gleby, zwłaszcza w przypadku gleb wilgotnych i zasobnych w składniki pokarmowe. Są one mało wytrzymałe na suszę i przemarzanie. Zbyt silnie rozrośnięte konkurują z korzeniami szkieletowymi i tym samym obniżają odporność krzewu. Dlatego zaleca się je wycinać (Myśliwiec 2009, Rusnak 2016).

Nadziemna zdrewniała części winorośli, składa się z jednego lub kilku pni, szkieletowych rozgałęzień pnia określanych ramionami wieloletnimi, węzłów krzewienia oraz jednorocznych zdrewniałych pędów nazywanych łozami (Myśliwiec 2009, Lisek 2011, Keller 2020). Pień winorośli łączy nadziemną część krzewu z systemem korzeniowym, powinien być w miarę prosty oraz bez przewężeń. Pień pokryty jest korą szarobrązową lub brunatną, podłużnie włóknistą, łuszczącą się. Zależnie od wysokości pnia rozróżniamy formy krzewów: niskie do 40 cm, średnio wysokie 40 – 80 cm lub wysokie powyżej 80 cm (Myśliwiec 2018). Pnie winorośli nie są grube i nawet kilkunastoletni krzew wymaga stosowania podpór (rusztowań lub palików) (Rusnak 2016). Podstawową rolą pnia jest przewodzenie soli mineralnych w kierunku liści i owoców, a asymilacją w kierunku przeciwnym (Myśliwiec 2009). Wieloletnie rozgałęzienia krzewu nazywa się "ramionami", ich ilość i położenie na krzewie może być różna, w zależności od sposobu formowania (Bułhakow 2002). Na ramionach wieloletnich znajdują się węzły krzewienia są równomiernie rozmieszczone i określane są mianem ogniwo owoconośnych (Myśliwiec 2013). Do zdrewniałych części roślin zalicza się jeszcze łożę, czyli zdrewniały ubiegłoroczny pęd zielny (Rusnak 2016). Na pędach wyróżnia się międzywęzła i zgrubienia, czyli węzły, w których osadzone są pąki zimujące oraz wąsy (Lisek 2011). Zdrewniały pęd jednoroczny jest materiałem

wyjściowym do produkcji sadzonek. Do rozmnażania najlepsze są pąki ze środkowej części łoży, są one także najbardziej płodne (Myśliwiec i in 2018).

Do nadziemnych zielnych części rośliny zalicza się latorośle, liście, kwiatostany i owoce (Myśliwiec 2009). Części zielne to ulistnione, niezdrewniałe pędy w okresie wegetacji nazywane latoroślami. Latorośle w czasie wzrostu czepiają się podpór za pomocą wąsów czepnych (Rusnak 2016). Pędy zielne u winorośli wyrastają z węzłów i międzywęźli na węzłach, z przeciwnej strony kolejnych liści (Bułhakow 2002). Pąki letnie znajdują się w kątach tworzonych przez pęd i ogonki liściowe i rozwijają się w tym samym roku, w którym powstają, tworząc latorośle boczne zwane pasierbami. Pąki zimowe tworzą się później niż letnie (Lisek 2011). W prawidłowo wykształconym pąku znajdują się pąk główny z zawiązkami kwiatostanów i dwa zapasowe pąki boczne. Pąki zapasowe rozwijają się intensywnie w przypadku uszkodzenia pąka głównego (Myśliwiec 2013). Oprócz zimujących oczek rozłożonych na jednoletnich pędach, są także pąki śpiące, rozłożone na wieloletnich ramionach i pniu krzewu (Bułhakow 2002). Pąki te wybijają po przemarznięciu łoży lub służą do odbudowy krzewów po ich odmłodzeniu (Rusnak 2016). Liście są najważniejszym organem winorośli, w nich przebiega złożony proces asymilacji (Bułhakow 2002). Liście winorośli wyrastają naprzemianlegle (Ryc. 1), składają się z ogonka i blaszki liściowej (Keller 2020). Górna strona liścia może być pomarszczona lub gładka, dolna natomiast jest często lekko omszona. Wielkość, kształt i kolor blaszki liściowej jest jedną z cech ampelograficznych, pomocnych przy rozpoznawaniu odmian (Adamczewska-Sowińska i in. 2016, Bodor-Pesti i in. 2023). W zależności od odmiany blaszki liściowe mogą być prawie bezklapowe ale zwykle 3, 5, 7 lub 9 klapowe (Rusnak 2016, Bodor-Pesti i in. 2023). Liście winorośli mają różne rozmiary, rozcięcia płytki liściowej, rozmiary i kształt ząbków, intensywność zabarwienia, długość ogonka oraz unerwienie (Bułhakow 2002).

Kwiatostan występuje najczęściej na trzecim i piątym węźle, naprzeciw liści (Myśliwiec i in. 2018). Kwiatostan winorośli jest z botanicznego punktu widzenia, wiechą złożoną, na którą składa się najczęściej od stu do kilkuset kwiatów. Pojedynczy kwiat jest niepozorny, żółtawozielony, zbudowany z pięciodziałkowego kielicha, pięciu płatków korony zrosniętych ze sobą (tworzących kołpaczek), pręcików z pylnikami i słupka (Ryc. 1) (Adamczewska-Sowińska i in. 2016). Większość uprawianych u nas odmian ma kwiaty obupłciowe i jest samopylna (Lisek 2018). Winorośl kwitnie na przełomie wiosny i lata, w maju i czerwcu, a owocują pod koniec lata, w sierpniu, wrześniu. Kwitnienie w otwartym gruncie trwa przeciętnie około dwóch tygodni.

Po około 10 - 14 dniach od zakończenia kwitnienia jagody mają wielkość ziaren grochu, a po 1,5 - 2 miesiącach osiągają docelową wielkość i rozpoczyna się dojrzewanie jagód (Kaszuba 1974, Rusnak 2016).

Owocami winorośli są jagody (Ryc. 1) zebrane w grona, przeciętna masa gron uprawianych w gruncie waha się w granicach 70 - 300 g (Lisek 2011, Adamczewska –Sowińska i in. 2016). U większości odmian grona mają kształt cylindryczno stożkowy, u niektórych cylindryczny, stożkowy, rozgałęziony lub skrzydlaty. Według zawartości grono może być zwarte, średnio zwarte lub luźne (Bułhakow 2002). Wielkość, kształt i barwa jagody zależą od odmiany. Skórka owocu może mieć różną grubość i twardość, może być zrośnięta z miąższem (typ europejski) lub oddzielająca się od miąższu (typ amerykański). Barwa skórki dojrzałych jagód jest: zielona, żółta, czerwona, różowa, niebieska, granatowa, fioletowa lub czarna (Myśliwiec 2009). Owoc ma skórkę pokrytą woskowym nalotem, miąższ może być soczysty, zwarty, mięsisty, galaretowaty lub śluzowaty. Owoce winorośli zawierają 2 - 4 nasion (Ryc. 1), dojrzałe nasiona mają brązowy kolor, wielkość i kształt zależne są od odmiany (Bułhakow 2002, Pudelska 2014). Pod względem właściwości dietetycznych winogrona należą do najbardziej wartościowych owoców umiarkowanej strefy klimatycznej. Główny składnik to woda, która stanowi 70 - 85% masy, owoce winogron zawierają także 10 - 25% cukrów choć w warunkach Polski mieści się w przedziale 15 - 20%, głównie to glukoza, fruktoza i sacharoza (Lisek 2011). Dojrzałe jagody zawierają 4 - 10% kwasów organicznych głównie winowy i jabłkowy. Z innych substancji chemicznych należy wymienić: związki azotowe, celulozę, sole fosforu, potasu, wapnia, żelaza i magnezu, pektyny, pentozany, enzymy i olejki eteryczne. Owoce winorośli zawierają witaminy z grupy B, PP i C (Myśliwiec 2009, Abiri 2020).



Ryc. 1 Winorośl właściwa (Internet 8)

2.2. Wymagania klimatyczno - glebowe winorośli

Na warunki i możliwości uprawy winorośli w danym miejscu wpływa cały szereg czynników przyrodniczych, z których najważniejsze to: klimat, ukształtowanie terenu oraz właściwości gleby i podłoża. W sumie tworzą one tzw. siedlisko winnicy, albo jak mówią Francuzi terroir (Bosak 2004, Myśliwiec 2009).

Winorośl można uprawiać w klimacie śródziemnomorskim i morskim, w tym rejonie leżą takie winiarskie regiony jak włoska Toskania, francuska Langwedocja, Prowansja i Dolina Rodanu, hiszpańskie Jumilla i Katalonia, a także Liban, Izrael i Tunezja. W strefie klimatu kontynentalnego, gdzie obok tak wybitnych regionów winiarskich jak francuska Burgundia i Dolina Loary, hiszpańska Rioja i włoski Piemont oraz większość winnic Austrii, Czech, Słowacji czy Rumuni znajduje się też Polska. Klimat cechują tu znaczące sezonowe wahania temperatury, typowe są tu też duże

dobowe wahania temperatury, a potencjalny problem stanowią mrozy i gradobicia zimą i wiosną (Pink 2015). Winorośl to roślina ciepłolubna, u której bezpośrednio narażone na działanie niekorzystnych warunków atmosferycznych są przede wszystkim nadziemne części krzewu (Kaszuba 1987). Na wzrost i plonowanie krzewów winorośli mają wpływ konkretnie warunki klimatyczno – siedliskowe (Adamczewska–Sowińska i in. 2016). Stworzenie optymalnych warunków dla roślin wiąże się z wyborem odpowiedniego stanowiska dla winnicy oraz prowadzenia prawidłowych zabiegów agrotechnicznych (Myśliwiec 2019).

Trudne warunki klimatyczne stanowią największą przeszkodę w rozwoju komercyjnych upraw winorośli w Polsce, a ryzyko wystąpienia niekorzystnych zjawisk pogodowych jest największym zagrożeniem dla rentowności takich plantacji (Internet 14). Miejsce sadzenia winorośli wywiera znaczący wpływ na wzrost i owocowanie krzewów, jak również determinuje smak wina (Adamczewska–Sowińska i in. 2016). Wśród najczęściej występujących zagrożeń klimatycznych w Polsce trzeba wymienić silne mrozy, deszcze w okresie kwitnienia winorośli i zawiązywania owoców, nadmiar opadów w okresie letnim, ochłodzenia, deszcze i wczesne przymrozki w okresie dojrzewania winogron (Internet 14). W Polsce ostatnie wiosenne przymrozki występują w okresie 20 kwietnia – 15 maja, w efekcie czego w kwietniu niszczone są nabrzmiałe pąki, a w maju następuje przemrożenie młodych latorośli, przez co plony są mniejsze. Dodatkowym problemem są wczesne jesienne przymrozki (Gut i in. 2020).

Jak podaje Robinson (2006) pas najbardziej odpowiedni do uprawy winorośli, lokuje się na szerokości geograficznej między 32°00' a 52°00' na półkuli północnej i między 28°00' a 42°00' na półkuli południowej. Polska rozciąga się od równoleżnika 49°00' N (na południu kraju) do 54°50'N (na północy), co oznacza, że około połowy terytorium kraju leży właśnie w interesującym nas obszarze, który zaliczony został do najchłodniejszej strefy A.

W klasyfikacji klimatu dla uprawy winorośli Unii Europejskiej (Rozporządzenie Rady nr 479/2008) Polska została sklasyfikowana w najzimniejszym regionie winiarskim i oficjalnie uznana za kraj winiarski, razem z Niemcami (z wyjątkiem Badenii), Czechami (z wyjątkiem Moraw), Belgią i Wielką Brytanią (Maciejczak i Mikiciuk 2019b).

Ponieważ Polska należy do strefy A (Wójcik 2022), jej obszar został podzielony biorąc pod uwagę warunki klimatyczne, na trzy regiony uprawy winorośli. Region I obejmuje następujące województwa: lubuskie, dolnośląskie, południowa część Wielkopolski i południowa część Łodzi oraz Opole i Śląsk. Są to obszary o minimalnych

temperaturach poniżej -20°C (Myśliwiec 2009, Pink 2015). Rejony te charakteryzują się m.in. najwyższą w kraju wartością sumy aktywnych temperatur (SAT). Wskaźnik ten określa przydatność danej lokalizacji do uprawy winorośli pod względem termicznym, a ponadto uwzględnia porę dojrzałości zbiorczej owoców (Wojciechowska i in. 2023). Region II składa się z Małopolski, Podkarpacia i województwa świętokrzyskiego i południowe części województw mazowieckiego i lubelskiego. To są obszary silnych zim, podczas których minimalna temperatura spada poniżej -20°C lub -25°C . W przeciwieństwie, Region III obejmuje resztę Polski, w której uprawa winorośli ma charakter czysto amatorski i uprawa winorośli na większą skalę jest możliwa tylko w najcieplejszych miejscach (Pink 2015).

Klimat sprzyjający uprawie winorośli charakteryzuje się średnią roczną temperaturą nie mniejsza niż 8°C , średnią temperaturą najcieplejszego miesiąca nie mniejszą niż 17°C i całkowitą temperaturą roczną 25°C (Johnson i in. 2001). Niektóre obszary Polski również charakteryzują się tymi warunkami (Kunicka - Styczyńska i in. 2016). Przyjmuje się, że winorośl w Polsce powinna być uprawiana do wysokości 300 - 400 m n.p.m. (Myśliwiec 2013), najlepiej na zboczach, gdzie dochodzi do szybkiego odpływu z terenu winnicy zimnych, ciężkich mas powietrza. W ten sposób w dnie doliny tworzy się zastoisko mrozowe, wypierając do góry ciepłe powietrze, które przyczynia się do ochrony winnicy przed przymrozkami (Sękowski 2019).

Produkcja winogron o parametrach jakościowych wymaganych przez winiarzy będzie w dużej mierze zależać od środowiska i praktyk winiarskich. W klimacie określonym, jako chłodny występuje duża sezonowa zmienność plonów (Kowalczyk i in. 2022a). Jak podaje Kapłan (2013) podstawowym czynnikiem decydującym o powodzeniu uprawy winorośli w chłodnym klimacie jest dobór odpowiednich odmian, które charakteryzują się wysoką odpornością na uszkodzenia mrozowe. Według Myśliwca (2009), wytrzymałość na mróz poszczególnych odmian winorośli jest bardzo różna i mieści się w granicach od -10°C do -40°C .

W krajach o mniej korzystnych warunkach przyrodniczych, takich jak Polska, do uprawy winorośli, szczególnie poleca się mieszańce (tzw. hybrydy) międzygatunkowe, których hodowlę zapoczątkowano pod koniec XIX stulecia we Francji, krzyżując *V. vinifera* z pochodzącymi z Ameryki Północnej *V. riparia*, *V. rupestris* i *V. lincecumii*. Otrzymano tzw. hybrydy francusko-amerykańskie tj.: ‘Aurore’, ‘Baco Noir’, ‘Marechal Foch’, ‘Seyval’ i ‘Verdelet’, charakteryzujące się dużą odpornością na choroby grzybowe, częściową odpornością na *Daktulosphaera*

vitifoliae Fitch. oraz wytrzymałością na niskie temperatury (Kapłan 2013). Dzięki temu mieszańce międzygatunkowe, mogą być z powodzeniem uprawiane nie tylko w rejonie południowo - zachodniej Polski, ale także na terenach wysuniętych bardziej na północ (Wojciechowska i in. 2023).

Do produkcji wina białego w Polsce najczęściej wykorzystuje się odmiany Solaris, Riesling, Seyval Blanc, Pinot Gris, Johanniter, Hiberna, Aurora, Bianka, Traminer, Jutrzenka, Siberia (Kubal i in. 2010). W przypadku czerwonych win najpopularniejsze odmiany to Regent, Pinot Noir, Rondo, nieco mniejszą popularnością cieszą się Cabernet Cantor i Cabernet Cortis, Marechal Foch i Leon Millot (Pudelska i in. 2014, Pater i in. 2019). Jak podaje Robinson (2006) ze względu na chłodny klimat, zazwyczaj krótkie lata z umiarkowanymi i niskimi temperaturami, winogrona charakteryzują się niższą zawartością cukru i wyższą kwasowością w porównaniu do winogron uprawianych na południu Europy.

Zmiany klimatyczne powstałe na skutek globalnego ocieplenia są kolejnym czynnikiem sprzyjającym dla uprawy winorośli (Maciejewska i in. 2023). W związku z pogłębianiem się tych zmian, będzie miało to wpływ na przyspieszenie rozwoju roślin i procesu dojrzewania owoców (Karaczun i Kozyra 2020). Średnia roczna temperatura wykazuje tendencję wzrostową (około 0,5°C na dekadę), skróciły się okresy przejściowe, wydłużyły się okresy ciepła, a zimy stały się łagodniejsze, co pozwala na uprawę wczesnych winorośli (Lisek 2008, Filipiak i Maciejczak 2019a, Gut i in. 2020). Zmiany klimatyczne wywierają coraz większy wpływ na fenologię winorośli i skład winogron, a ostatecznie wpływają na winifikację, mikrobiologię i chemię wina oraz aspekty sensoryczne (De Orduna 2010). Dla ciepłolubnych roślin jak soja, sorgo czy winorośl, oznacza to większe możliwości ich uprawy (Karaczun i Kozyra 2020).

Długość okresu wegetacji w Polsce wynosi 180 – 230 dni (Myśliwiec 2013). Najdłuższym okresem wegetacji charakteryzują się okolice Zielonej Góry 185 dni, porównywalne z rejonem Nadrenii i Szampanii. W rejonie Tarnowa wartość ta wynosi 175 dni, a dla terenów podgórskich położonych na wysokości 350 m n.p.m., stanowi 160 – 170 dni i jest to ograniczenie w uprawie winorośli (Adamczewska- Sowińska i in. 2016). Jak podaje Maciejewska i in. (2023) zbyt krótki sezon wegetacyjny może być przeszkodą w uzyskaniu odpowiedniej dojrzałości winogron i zdrewniałych pędów, co znacznie ogranicza możliwość uprawy niektórych odmian winorośli. Odpowiednia suma nasłonecznienia ma bezpośredni wpływ na intensywność procesu fotosyntezy, od czego zależy gromadzenie się cukrów w owocach, a także pośrednio tworzenie się

komponentów aromatycznych i barwników zawartych w skórkach (Internet 11). Jak podaje Izajasz-Parchańska i in. (2014) głównym wskaźnikiem dojrzałości owoców i terminu zbioru jest zawartość cukru i kwasów organicznych, wartość pH, ale również odpowiednie właściwości skórki, pestki i miąższu. Sumy nasłonecznienia w okresie od kwietnia do września wynoszą od 65 kcal/cm² w zachodniej Polsce do 72 kcal/cm² na wschodzie kraju, dla porównania 67 kcal/cm² w Szampanii, 88 kcal/cm² w Tokaju (Internet 11).

Zawartość wody w glebie jest ważnym czynnikiem wpływającym na wielkość plonu i jakości winogron (*Vitis vinifera* L.). W niektórych przypadkach wskazano, że okresy umiarkowanego stresu wodnego wywierają pozytywny wpływ, na jakość produkcji winogron. Jednak długotrwały stres wodny może mieć silny negatywny wpływ na fotosyntezę winorośli i plon winogron (Baronti i in. 2014). Podstawowym źródłem wody dla roślin są opady atmosferyczne. Średnia roczna suma opadów w Polsce wynosi 500 - 800mm (Myśliwiec 2013, Adamczewska-Sowińska i in. 2016). Winorośl potrzebuje najwięcej wody w fazie intensywnego wzrostu (od połowy maja do połowy sierpnia). W czerwcu, gdy występuje faza kwitnienia, wilgotność podłoża powinna być umiarkowana, a wilgotność powietrza minimalna (Gut i in. 2020). Suma letnich opadów atmosferycznych w Polsce jest dla winorośli w zasadzie wystarczająca, ale rozkład opadów w poszczególnych miesiącach okresu wegetacyjnego niezupełnie odpowiada ich wymaganiom (Myśliwiec 2013).

Pod winnice nadają się stanowiska ciepłe, słoneczne, umiarkowanie przewiewne, najlepiej na stokach o południowej i południowo zachodniej wystawie (Lisek 2015). Wiatr osiągający prędkość do 2 - 3 m·s⁻¹ wpływa korzystnie na stan zdrowotny krzewów. Silniejsze podmuchy powodują ochłodzenie przygruntowej warstwy powietrza (Bosak 2004). Zaleca się od strony zachodniej zakładać pasy wiatrochronne, mające na celu ochronę winnicy przed zbyt silnymi chłodnymi wiatrami (Adamczewska-Sowińska i in. 2016). Kolejnym z czynników wpływających, na jakość i specyficzny smak wina jest gleba, na której rosną winorośle. Najważniejsza jest głębokość profilu glebowego im jest on bardziej miększy, tym więcej składników odżywczych może przeniknąć do winorośli (Bałáz i Rybár 2006). Na glebach lekkich, przepuszczalnych i silnie nagrzewających się pod wpływem słońca, winorośl będzie narażona na wiosenne przymrozki, a latem na suszę co przekłada się na jakość wina (Myśliwiec 2013). W krajach o tradycjach winiarskich uprawia się winorośl również na ubogich glebach kamienistych, piaszczystych, często silnie alkalicznych, gdzie nierzadko jest to jedyna możliwość ich

wykorzystania. Może stąd powstał mylny pogląd, że winorośl plonuje dobrze na każdej glebie (Bachowski i in. 2010). Powierzchnia gleby pokryta kamieniami ma korzystniejsze właściwości, ponieważ pozwala na pochłanianie ciepła słonecznego do głębszych warstw profilu glebowego oraz chroni powierzchnię gleby przed parowaniem (Baláž i Rybár 2006). W Polsce zaleca się aby do uprawy winorośli wybierać gleby zwarte, gliniaste, gliniasto – piaszczyste, utrzymane w dobrej kulturze (Adamczewska–Sowińska i in. 2016), a poziom wód gruntowych nie może być wyższy niż 1,5 - 2,0 m od powierzchni terenu (Bachowski i in. 2010, Lisek 2011). Wiadomo, że stan wody dla winorośli jest kluczowym czynnikiem wpływającym na plony, skład winogron, dojrzałości i jakość wina (Suter i in. 2019). Winorośl właściwa dobrze rośnie i owocuje na glebach o odczynie lekko kwaśnym lub obojętnym (pH 6,5 - 7,2) (Bachowski i in. 2010). Na glebach o odczynie kwaśnym lub silnie kwaśnym owocowanie winorośli właściwej jest osłabione. Z tego powodu w winnicach należy utrzymywać optymalny odczyn gleby (Adamczewska-Sowińska i in. 2016). Dolne granice z podanych wartości odczynu tolerują mieszańce międzygatunkowe (Lisek i in. 2015).

W winnicach sposobem na utrzymanie gleby jest system uprawy murawy w międzyrzędziach oraz utrzymanie ugoru pod krzewami. W warunkach klimatycznych Polski pozostawienie murawy w międzyrzędziach zabezpiecza glebę przed erozją a także ułatwia wjazd sprzętem po intensywnych opadach (Adamczewska–Sowińska i in. 2016).

Warto wspomnieć, że wysoka aktywność biologiczna gleby sprzyja głębokiemu ukorzenieniu krzewów winorośli, co zwiększa ich odporność na mrozy i okresowe wahania wilgotności, a co za tym idzie – poprawia jakość winogron i wina (Gut i in. 2020).

2.3. Uprawa i znaczenie winorośli w Polsce

Do Polski winorośl dotarła wraz z chrześcijaństwem (Myśliwiec 2009). Opactwa stawały się ważnymi ośrodkami kultywującymi i upowszechniającymi kulturę, osiągnięcia nauki i medycyny, wprowadzającymi postęp w rzemiośle i rolnictwie. Zakonnicy rozwijali przy klasztorach ogrodnictwo i sadownictwo, w tym również uprawę winorośli (Makowski i in. 2015).

Za prekursorów uważa się powszechnie benedyktynów i cystersów, w przyklasztornych gospodarstwach uprawiali oni winorośl i wyrabiali wino głównie

na potrzeby liturgiczne (Jaros 2015, Myśliwiec 2009, Wawro 2015). Trudno dziś precyzyjnie odtworzyć zasięg uprawy winorośli na ziemiach Polski. Pewne jest, że winnice zakładano na dobrze nasłonecznionych, ciepłych zboczach dolin rzek i wygrzanych słońcem stokach wzgórz u stóp klasztorów i zamków (Makowski i in. 2015). Największe winnice zlokalizowane były w okolicach Gniezna, Krakowa, Poznania, Płocka, Przemyśla, Sandomierza i Zielonej Góry (Myśliwiec i in. 2018, Kapłan i Suszyna 2015, Rzeszotarska-Pałka 2012). Mimo powszechnego przekonania, że klimat panujący w Polsce był i jest niesprzyjający, uprawa winorośli ma u nas ponad tysiącletnią tradycję (Pink 2015, Bosak 2006). Na podstawie zapisów winnic sięgających okresu średniowiecza zidentyfikowano pięć regionów winiarskich: Podkarpacki, Małopolski, Małopolski Przełom Wisły, Sandomierski i Zielonogórski (Jaster i in. 2024).

Jak dowodzą wykopaliska archeologiczne, już na przełomie IX i X stulecia winorośl uprawiano na terenach Małopolski, wschodniej Słowacji i zachodniej Ukrainy. Z tego czasu pochodzą na przykład pozostałości winnicy odkryte na zboczach Wawelu (Bosak 2004, Kosmaczewska 2008). Jedną z pierwszych notatek na temat uprawy winorośli na tym terenie pozostawił kronikarz Roger II Sycylijski, pisząc w XI wieku o Krakowie w swej „Księdze przyjemnych podróży przez nieznanne lądy”: „... Kraków. Jest on miastem pięknym i wielkim, o wielu domach i mieszkańcach, targach, winnicach i ogrodach” (Michalik 1996). Kraków nigdy nie mógł konkurować z potęgą winiarską Zielonej Góry czy Sandomierza, ale to właśnie tu najwcześniej zaczęła tworzyć się historia wina w Polsce (Wawro 2015). O winnicach w Krakowie pisał arabski geograf Al-Idrisi w XII wieku. Winorośl uprawiali: norbetanki w Staniątkach, cystersi w Szczyrzycu, a biskupi krakowscy w Wawrzeńczycach i Bolechowicach (Kruczek 2018). Pod Krakowem znajduje się historyczna winiarska perełka, opactwo benedyktynów w Tyńcu, gdzie tradycje uprawy winorośli trwały nieprzerwanie od XI do XVIII wieku (Bosak 2004). Winnice zlokalizowane były także wokół zamku Golez pod Jasłem i w pobliżu Kołaczyc i w dolinie Wisłoki (Wawro 2015, Woźniczko i Orłowski 2015).

Rozległe winnice w Przemyślu posiadali także biskupi obrządku greckiego oraz klasztory franciszkanów i dominikanów (Bosak 2004). Do najważniejszych rejonów uprawy winorośli należało również Podkarpacie, winorośl sadzono tu w XI i XII wieku przy książęcych grodach (Włodarczyk 2008).

Zmierzch winiarstwa na Podkarpaciu nastąpił w XVII wieku, na co złożyły się dwie przyczyny. Od połowy XVI stulecia masowo napływały do Polski wina

węgierskie, które skutecznie wyparły z rynku produkty miejscowych winiarzy, a w 1655 roku nastąpił „potop” szwedzki, dwa lata później jeszcze groźniejszy w skutkach najazd Węgrów pod wodzą księcia Jerzego Rakoczego (Bosak 2004). Upadek małopolskich winnic datuje się na koniec XVIII wieku, ostatecznie przyczyniły się do tego faktu zniszczenia podczas „potopu” szwedzkiego i postępujące w tym czasie oziębienie klimatu (Wawro 2015, Kruczek 2018).

Wyniki badań archeologicznych, jakie prowadzone były na terenach Zielonej Góry dowodzą, że winiarstwo na tych obszarach sięga XII wieku (Toczewski 2005). Według historyków i badaczy za datę rozpoczęcia uprawy winorośli przyjąć należy 1150 r. (Kuleba 2010, Charzyński i in. 2013). Do Zielonej Góry mieli przybyć flamandzcy osadnicy, przywożąc sadzonki oraz umiejętności uprawy winnej latorośli (Charzyński i in. 2013, Kuleba 2010). W 1154 r. założono winnicę na tzw. Górze Biskupiej w Krośnie Odrzańskim. Wielki wpływ na rozwój winnic mieli piastowscy władcy Dolnego Śląska; Henryk IX, używając tytułu księcia zielonogórskiego, po wymarznieniu winnych krzewów w 1453 roku, sprowadził nowe nasadzenia z terenów Niemiec i Austrii, zapewniając miastu odrodzenie ważnego źródła niemałych dochodów (Toczewski 2005). W XIV wieku wino produkowane na polskich ziemiach stało się ważnym artykułem handlowym, a uprawą winorośli zajmowali się mieszczanie (Włodarczyk 2008, Internet 4). Region zielonogórski okazał się szczególnie atrakcyjny stając się najbardziej wysuniętym na północny wschód obszarem winiarskim Europy, w którym uprawa winorośli odbywała się na skalę przemysłową (Jaster i in. 2024). W przypadku regionu zielonogórskiego na kondycję winiarstwa wywarła II wojna światowa i zmiany ustrojowe. Winorośl po wojnie uprawiana była na małą skalę w przydomowych ogródkach, rosła przy płotach, murach i stodołach, a uprawiane odmiany nie nadawały się do produkcji dobrej jakości wina (Wawro 2015). Początkowo planowano odbudowę polskiego winiarstwa, projektowano nowe nasadzenia, ale w drugiej połowie lat 50-tych uznano to za przedsięwzięcie nieopłacalne i w konsekwencji postawiono na rozwój win owocowych (Bardel i Gogoliński 2015). XXI wiek przyniósł zwrot w winiarskiej historii, nastąpiło odrodzenie tradycji, powstały stowarzyszenia winiarskie oraz wiele winnic otaczających Zieloną Górę (Karwowski 2014).

Tradycja zakładania winnic w Szczecinie, związana jest z okresem aktywności zakonów cysterskich (Rzeszotarska-Pałka 2012). Założenie winnic na szczecińskich wzgórzach nastąpiło z końcem 1243 roku, kiedy to z cesarskiego nadania na własność

szczecińskiego klasztoru Cysterek przeszła podszczecińska wieś Golęcina wraz z całym obszarem doliny rzeki Gręzińca (Bielecka-Łączak 2013). Zakonnice założyły winnice na Wzgórzu Elizy (niem. Elisenhöhe) oraz sąsiednim Zielonym Wzgórzu (Winnogóra, niem. Weinberg) (Białecki i Turek-Kwiatkowska 1991). Miejsce gdzie usytuowano winnice charakteryzowało się bardzo dobrym nasłonecznieniem stromych zboczy, a także sąsiedztwo dużych zbiorników wodnych, rozlewiska Odry i jeziora Dąbie, zapewniało to odpowiednią wilgotność terenu (Rzeszotarska-Pałka 2012). Po kasacji zakonu uprawą winorośli i lokalna produkcja wina kontynuowana była przez kolejnych właścicieli aż do XIX wieku. Ostatecznie do zaniechania uprawy winorośli na goćławskich wzgórzach, decydujący wpływ miała uprawa chmielu. W szczecińskich browarach warzono piwo, które było zdecydowanie tańsze od wina i trafiało do większej rzeszy odbiorców (Bielecka-Łączak 2013). W trakcie drugiej wojny światowej tereny Goćławia i Golęcina, gdzie uprawiano winorośl w znacznej części uległy zniszczeniu. (Rzeszotarska-Pałka 2013). Obecnie na Winnej Górze z bogatego wyposażenia rekreacyjnego pozostała jedynie częściowo zrujnowana Wieża Bismarcka. Na zboczu można jeszcze dzisiaj odnaleźć liczne dziczące krzewy winorośli, które są pozostałością po winnych sadach uprawianych na własne potrzeby przez właścicieli wzgórza aż po lata 30. XX w. Podobnie zachowały się do dzisiaj tereny na południowym stoku Wzgórza Elizy, fundamenty budynku restauracji oraz potężny betonowy schron przeciwlotniczy (Rzeszotarska-Pałka 2012).

Polska nie była i nie jest postrzegana, jako kraj winiarski, ale od kilku lat obserwuje się tu wyraźny wzrost zainteresowania uprawą winorośli i produkcją wina. Patrząc z perspektywy historycznej można jednak zauważyć, że próby zaistnienia polskiego winiarstwa nie są zjawiskiem nowym (Pink 2015, Wojciechowska i in 2023). Do 2000 r. w Polsce działało zaledwie 16 winnic, jak podaje Lisek (2019), Wojciechowska i Stań (2021) pierwszy rejestr ewidencji winnic przypada na lata 2009/2010 (Adamczewska-Sowińska i in. 2016). Zarejestrowano w tych latach około 21 winnic o łącznej powierzchni 36,01 ha (Internet 9). Zmiany klimatu, zwiększająca się popularność wina wśród konsumentów oraz szeroko rozumiane przemiany społeczne zaowocowały w ostatnich kilkudziesięciu latach lawinowym wzrostem liczby winnic w Polsce (Bosak 2004, Lisek 2011, Kapłan 2013, Pink 2015). Według Agencji Rynku Rolnego w roku gospodarczym 2015/2016 w Polsce zarejestrowane były 103 winnice, a liczba zarejestrowanych w 2018 roku przekroczyła już liczbę 200 o łącznej powierzchni upraw 330 hektarów (Adamczewska-Sowińska i in. 2016). Według danych KOWR

zwalczania organizmów szkodliwych przedkładać należy metody biologiczne, fizyczne i inne metody nie chemiczne, jeżeli zapewniają one ochronę przed organizmami szkodliwymi;” (Kosicka i in. 2015, Internet 6).

Zjawisko mikoryzy coraz częściej staje się obiektem zainteresowań badaczy (Krupa 2010). Mikoryza jest znana od XIX wieku i została opisana, jako współżycie grzybów z korzeniami roślin wyższych (Jamiołkowska i in. 2017). Mikoryza, z greckiego oznacza, *myken* – grzyb, *rhiza* – korzeń (Kubiak 2005). Ten rodzaj symbiozy odkryto ponad 100 lat temu. W 1882 r. polski botanik Kamiński opisał współistnienie korzeni roślin i grzybów na podstawie badań anatomicznych *Monotropa hypopitys* L. Stwierdził, że cały korzeń, a zwłaszcza strefa merystematyczna, otoczona jest grubą warstwą grzybni. W 1885 r. Niemiecki botanik A. B. Frank nazwał to zjawisko „mikoryzą” (Jamiołkowska i in. 2017, Kubiak 2005). W Polsce prekursorami badań nad mikoryzą byli Tadeusz Dominik, twórca klucza do oznaczania mikoryz oraz Jadwiga i Roman Marian Pachlewscy, którzy zapoczątkowali badania nad czystymi kulturami grzybów mikoryzowych (Hilszczańska 1997). Współżycie roślin wyższych z grzybami jest zjawiskiem powszechnym i równocześnie niezbędnym do prawidłowego rozwoju roślin. Dotyczy to zarówno środowisk naturalnych jak i roślin uprawnych (Borkowska 2004). Współżyją one w obligatoryjnej symbiozie z co najmniej 80% wszystkich roślin na kuli ziemskiej (Błaszczkowski 2004, Wang i in. 2006). Roślina korzysta z tych relacji, ponieważ wspomagają one wzrost rośliny i pobieranie wody i składników odżywczych w różnych stresach abiotycznych, np. zasoleniu, niskiej żyzności i suszy (Elhindi i in. 2017). Liczbę grzybów wchodzących w związki mikoryzowe z roślinami wyższymi szacuje się na około 5000 – 6000 gatunków (Krupa 2010). Nawiązanie przez roślinę symbiozy z grzybami mikoryzowymi modyfikuje architekturę korzeni: system korzeniowy jest bardziej rozgałęziony, obserwuje się występowanie większej liczby korzeni bocznych oraz zajmują większą objętość podłoża. Dzięki temu lepsza i wydajniejsza jest penetracja gleby przez system korzeniowy rośliny, co sprzyja poprawie pobierania wody i składników odżywczych z gleby (Borkowska 2004, Kubiak 2007, Likar i in. 2013, Amendola i in. 2017). Efektem takiego działania grzybów mikoryzowych jest zwiększona tolerancja rośliny na suszę i niedobór substancji mineralnych oraz poprawa plonowania roślin uprawnych (Krupa 2010, Candido i in. 2013). Strzępki zewnątrzkorzeniowe przerastające podłoże umożliwiają grzybom pobieranie znacznych ilości substancji mineralnych (zwłaszcza fosforu i azotu a także potasu, cynku, wapnia, magnezu oraz miedzi), które są następnie transportowane do korzeni roślin (Schreiner 2003, Ciesielska

i in. 2016). Współdziałanie grzybów mikoryzowych i roślin prowadzi do różnych obustronnych korzyści. Grzyby korzystają z łatwo dostępnego węgla asymilowanego przez rośliny w procesie fotosyntezy (Błaszowski 2004, Trouvelot i in. 2015). Korzystnie wpływają na zwiększenie odporność na stresy biotyczne i abiotyczne roślin (Borkowska 2004, Kara i in. 2011).

Równocześnie strzępki grzybów mikoryzowych zasiedlając wnętrze korzeni tworzą barierę mechaniczną dla patogenów, indukują mechanizmy obronne systemu korzeniowego rośliny oraz ograniczają aktywność szkodliwych drobnoustrojów w ryzosferze (Pinochet i in. 1996, Kubiak 2007, Nazareth i in. 2015). Stosowanie szczepionek mikoryzowych chroni rośliny przed takimi patogenami jak *Fusarium*, *Phytophthora*, *Verticillium*, jak również nicieniami (Orlikowski 2004, Kosicka 2015). Duże znaczenie przypisuje się zdolności grzybów do neutralizacji oddziaływania na rośliny metali ciężkich oraz innych substancji toksycznych (Kubiak 2005, Krupa 2010, Gucwa - Przepióra 2012). Grzyby mikoryzowe stymulują także roślinę – gospodarza do wzmożonej produkcji związków fenolowych o fungistatycznym charakterze, które biorą nadto aktywny udział w gromadzeniu toksycznych metali w komórkach w kory pierwotnej (Karolewski i Werner 2000). Substancje produkowane przez strzępki grzybów mikoryzowych (glomaliny), przyczyniają się do zlepiania cząstek glebowych, czyli formowania się gruzełków glebowych, które korzystnie oddziałują nie tylko na rozwój korzeni roślin ale także powodują zwiększenie odporności gleb na erozję wodno-powietrzną (Martyniuk 2010).

Występowanie grzybów mikoryzowych w korzeniach roślin świadczy o naturalności ekosystemu. Grzyby mikoryzowe mają wpływ na kształtowanie się zespołów roślin. Występowanie grzybów mikoryzowych u roślin zależy od: wilgotności podłoża, dostępności tlenu, okresu zalewania, temperatury, odczynu gleby i dostępności pierwiastków biogenicznych (Sumorok i in. 2009).

Mikoryzę można podzielić na cztery duże grupy: mikoryzę zewnętrzną (ektomikoryzę), mikoryzę wewnętrzną (endomikoryzę), ektendomikoryzę oraz mikoryzę perytroficzną (Krupa 2010, Ciesielska i in. 2016).

Ektomikoryza występuje u około 10 % roślin. Znajdziemy ją zarówno u roślin nagozalążkowych jak i okrytozalążkowych. Jej obecność stwierdzono u przedstawicieli rodziny: *Pinaceae*, *Fragaceae*, *Betulaceae* oraz *Arbutus* i *Tilia*. W ektomikoryzie strzępki grzyba wnikają między ściany komórek miękiszu kory pierwotnej korzenia, oplatają je i tworzą system połączeń międzykomórkowych tzw. sieć Hartiga (Krupa 2010,

Martyniuk 2010). Grzyby tworzące mikoryzę wykształcają na powierzchni korzeni gęsty spłot zwany opilnią lub mufką grzybniową (Borkowska 2004). Jedną z podstawowych funkcji ektomikoryzy jest dwukierunkowy transport pokarmów między symbiontem roślinnym i symbiontem grzybowym (Kieliszewska-Rokicka 2000, Sierota i Hilszczańska 2009). Ponadto dowiedziono, że niektóre grzyby ektomikoryzowe mogą wrastać swoimi strzępkami grzybni do wnętrza ryzomorf i ektomikoryz innych grzybów co sugeruje, że te grzyby mogą ograniczać ich negatywny wpływ na odżywianie rośliny czy wytwarzanie owocników (Hilszczańska 2004)

Endomikoryza jest najczęściej występującą mikoryzą. Około 250 000 gatunków roślin na całym świecie jest zdolna do tworzenia endomikoryz. Rozpowszechniona jest przede wszystkim u roślin zielnych oraz drzew owocowych (Golecz i Bosiacki 2008, Krupa 2010). W tym typie mikoryzy strzępki grzybni wnikają do komórek korytkalnych korzenia, włósniki nie zanikają, a mufka nie występuje (Krupa 2010). We wnętrzu komórek korzenia mogą tworzyć dwa rodzaje struktur: wesikule - małe, wielojądrowe, rozdęte strzępki magazynujące lipidy i rozmnażające się aseksualnie oraz arbuskule - krzaczasto rozgałęzione końce strzępek, które biorą udział w dwustronnej wymianie składników odżywczych (Błaszowski 2004, Sumorok i in. 2009). Obecność endomikoryz można stwierdzić dopiero w badaniach mikroskopowych (Krupa 2010). Kolonizacja korzeni przez grzyby arbuskulare (AMF) wzmacnia wzrost roślin poprzez zwiększenie pobierania składników odżywczych i tolerancji roślin na stres, zasolenie gleby i toksyczność metali ciężkich (Trouvelot i in. 2015, Moradtalab i in. 2019).

Ektendomikoryzy mają zarówno cechy ektomikoryzy (mufka grzybniowa, sieć Hartiga) jak endomikoryz (występowanie strzępek grzyba we wnętrzu komórek kory pierwotnej korzenia rośliny). Ten rodzaj mikoryzy rozwija się często w środowiskach zdegradowanych przez przemysł, o znacznej zawartości metali toksycznych, a także na terenach szkółek leśnych często przenawożonych azotem (Redlak i in. 2001, Yu i in. 2001). Gospodarzami grzybów ektendomikoryzowych są najczęściej gatunki *Pinus* i *Larix* (Krupa 2010).

Związek korzeni z grzybami mikoryzowymi arbuskularnymi jest najliczniejszą symbiozą w królestwie roślin. (Moradtalab i in. 2019). Korzystny wpływ różnych grzybów mikoryzowych na wzrost i rozwój roślin w warunkach suszy wykazano na przykładzie wielu gatunków roślin, takich jak kukurydza, ryż, cytrusy, jęczmień i pistacje (Abbaspour i in. 2012).

Zastosowanie szczepień mikoryzowych ma głównie pozytywny wpływ na wzrost oraz zdrowie roślin i jest ekonomicznie wydajne ze względu na ograniczenia stosowania środków ochrony roślin (Pereira i in. 2016, Jamiołkowska i in. 2017). Badania prowadzone od wielu dziesięcioleci nad wyżej wymienionymi zagadnieniami i procesami zachodzącymi w glebach przy udziale mikroorganizmów miały na celu nie tylko wyjaśnianie ich natury, często bardzo skomplikowanej, ale także aspekty praktyczne. Chociaż zakres praktycznego wykorzystywania biopreparatów jest ciągle mały, ma on jednak tendencje wzrostowe (Martyniuk 2010). Wielu autorów wskazuje na fakt korzystnego oddziaływania inokulacji systemu korzeniowego grzybami mikoryzowymi na wzrost, rozwój oraz plonowanie wielu gatunków roślin, szczególnie rosnących w warunkach stresowych (Hao i in. 2012, Ruiz-Lozano i in. 2016, Quiroga i in. 2019, Ye i in. 2022, Schmitzer in. 2023), stwierdzili korzystny wpływ symbiozy grzybów mikoryzowych na rośliny w sytuacji, gdy stres suszy występuje od początku okresu ich wzrostu. Zależność taką stwierdzili w mikoryzowych roślinach sałaty i pomidora. Jak podaje Elhindi i in. (2017) mikoryza wpływa pozytywnie na zawartość chlorofilu w liściach bazylii rosnącej w warunkach stresu. Według Kanwal i in. (2015) i Miransari (2017), grzyby mikoryzowe wywierają korzystny wpływ na rośliny w stresie, zwiększają pobieranie składników odżywczych i produkcję biomasy, jednocześnie zmniejszając toksyczność metali w roślinach. Gao i in. (2020) stwierdzili istotny wzrost plonu o 28,6%, bawełny poddanej zabiegowi mikoryzacji w porównaniu z roślinami kontrolnymi. Mikoryza wpłynęła korzystnie nie tylko na plon, ale również na zwiększenie przyswajalności fosforu, wzrost, a także jakość włókien bawełny. Jak podają Mikiciuk i in. (2019) zastosowanie grzybów mikoryzowych wpływa na zwiększenie plonu i masy owoców truskawki oraz zawartości w nich ekstraktu (Schmitzer i in. 2023). Uzyskiwanie wysokiej jakości plonów przy jednoczesnym zachowaniu równowagi biologicznej ekosystemów to problem dla rozwiązania którego na całym świecie podejmowane są działania związane ze strategią zrównoważonego rozwoju rolnictwa (Sas-Paszt i in. 2010).

2.5. Wymagania pokarmowe winorośli

Nawożenie i dokarmianie roślin mają podstawowe znaczenie dla uzyskania wysokich plonów, dobrej jakości winogron. Odpowiednie nawożenie jest również podstawą dla zachowania równowagi ekosystemu w winnicy (Cataldo i in. 2020).

Strategie zarządzania uprawami odgrywają ważną rolę w kształtowaniu zdolności gleby do zatrzymywania składników pokarmowych i wody. Zmniejszanie się zawartości materii organicznej w glebach rolniczych w ciągu ostatniego stulecia spowodowane jest usuwaniem resztek poźniwnych i stosowaniem nawozów chemicznych (Baronti i in. 2014). Zapewnienie uprawom najlepszych warunków rozwoju wymaga przeprowadzenia szeregu zabiegów agrotechnicznych w ciągu całego sezonu. Jednym z nich jest nawożenie, czyli dostarczenie roślinie optymalnej ilości składników pokarmowych. Skuteczność tego zabiegu wpływa, na jakość i ilość produkcji rolnej, ale także oddziałuje ekologicznie na środowisko naturalne. Jedną z głównych zasad rolnictwa zrównoważonego jest ograniczanie czynników wpływających destruktywnie na glebę oraz zasoby roślin i zwierząt za pośrednictwem nawożenia substancjami mineralnymi (Łagocka i in. 2017). Zarządzanie glebą w winnicach (ochrona gleby, zwalczanie chwastów, poprawa składników odżywczych gleby, zawartości wody, bioróżnorodność) w celu zwalczania szkodników i regulacja dostępności zasobów (tj. wody, składników odżywczych) to bardzo ważne aspekty kontrolowania owoców winorośli, jej wzrostu i wpływania na pożądaną jakość wina (Cataldo i in. 2020). Najczęściej przyczyną nieprawidłowości w równowadze makroskładników i mikroskładników jest przenawożenie oraz brak prowadzenia analiz glebowych przy tradycyjnej metodzie uprawy. Stosując metodę zintegrowaną, tego typu zakłócenia równowagi występują rzadziej (Myśliwiec 2013).

Winorośl jest gatunkiem, który ma stosunkowo małe wymagania glebowe, a potrzeby pokarmowe są uzależnione od siły wzrostu poszczególnych odmian i oczekiwanego plonu. Dla winorośli można przyjąć, że na wytworzenie 1 tony owoców potrzebuje ona 7 - 10 kg fosforu, 8 - 10 kg potasu, 10 - 12 kg Ca i 1 - 2 kg magnezu (Adamczewska-Sowińska i in. 2016). Dojrzałe krzewy winorośli wydające zbliżoną ilość owoców w ciągu roku potrzebują od 60 do 100 kg azotu na hektar. Największe zapotrzebowanie na azot występuje w czasie rozwoju latorośli. Jest ono w tym okresie dwukrotne większe niż w czasie dojrzewania jagód winorośli (Myśliwiec 2013). Nawożenie roślin sadowniczych opiera się na wynikach analiz gleby liści oraz ocenie wizualnej kondycji rośliny. Niewłaściwe stosowanie nawozów prowadzi do nadmiernego zanieczyszczenia środowiska naturalnego, ale także do zwiększenia podatności roślin na czynniki stresowe (Lisek i in. 2015). Jakość win zależy od składników chemicznych gleby: pierwiastków biogennych (N, P, K, Ca, Mg)

i pierwiastków śladowych (Sr, Co, Cu, Zn, V, Ba), a ich przyswajalność w glebie jest uzależnione od pH (Baláž i Rybár 2006).

Wysokie dawki nawozów azotowych mogą stymulować wzrost wegetatywny, zmniejszając w ten sposób dostęp światła do koron roślin, pośrednio sprzyjając występowaniu chorób grzybowych na liściach i owocach, zmniejszając liczbę zapylanych kwiatów, co przekłada się na mniejszą liczbę jagód w gronie, a także mogą być przyczyną opóźnienia starzenia się liści i wchodzenia roślin w spoczynek zimowy roślin (Brunetto i in. 2015). Roczne zapotrzebowanie na fosfor wynosi 15 – 20 kg w czystym składniku na hektar. Zapotrzebowanie na potas w ciągu roku przez krzewy winorośli wynosi 100 – 130 kg · ha⁻¹. Winorośl ma duże zapotrzebowanie na wapń, w ciągu roku pobiera ok. 130 kg tego pierwiastka z hektara upraw. Winorośl ma duże wymagania względem magnezu. W ciągu roku rośliny pobierają od 8 do 18 kg tego pierwiastka na hektar (Myśliwiec 2013).

Jak podają Brunetto i in. (2015) oraz Mikiciuk i in. (2010) potas jest niezbędnym składnikiem dla winorośli, wpływa na gospodarkę wodną roślin, a także na wielkość owoców, koncentrację cukrów, syntezę fenoli, pH i kwasowość owoców. W roślinach występuje tylko jako jon K⁺ i nie wchodzi w skład żadnych trwałych związków organicznych (Czuba 2001, Jifon i Lester 2009). Odgrywa ważną rolę w procesach osmoregulacji komórek, aktywacji enzymów, syntezy białek i węglowodanów, fotosyntezie i transporcie metabolitów. Wpływa na transpirację regulując ruchy komórek szparkowych i inicjuje wzrost komórek (Mengel 2007, Vágó i in. 2008, Jifon i Lester 2009, Yildirim i in. 2009). Potas podnosi odporność, ponieważ zapewnia duże ciśnienie osmotyczne w komórkach, które utrudnia fizyczną penetrację plazmalemy przez patogeny (Grzebisz i in. 2010).

Krzem nie jest uważany za pierwiastek niezbędny, ale rola Si jest złożona i bierze on udział w różnych mechanizmach regulujących pobieranie składników pokarmowych u wielu różnych gatunków roślin (Mikiciuk i Mikiciuk. 2008, Sut i in. 2022). W liściach, krzem kumuluje się głównie bezpośrednio pod warstwą kutikuli, dzięki czemu odgrywa ważną rolę w funkcjonowaniu mechanizmu obronnego rośliny ograniczając możliwość penetracji roślin przez patogeny (Snyder i in. 2007, Grzebisz i in. 2010). Krzem może wpływać na metaboliczną i fizjologiczną aktywność roślin, szczególnie gdy rosną w niekorzystnych warunkach środowiska (Korndörfer i Lepsch 2001, Sacała 2009). Krzem jest pierwiastkiem, który łagodzi skutki czynników stresowych, w tym suszy (Moradtalab i in. 2019).

Prawidłowe odżywianie wapniem jest jednym z najważniejszych czynników wpływających na jakość plonu owoców (Mikiciuk i in. 2015a). Wapń jest składnikiem ścian i błon komórkowych, a tym samym przyczynia się do budowy struktury komórek i tworzenia fizycznych barier przed patogenami. Jest też wtórnym przekaźnikiem związanym z szeroką gamą sygnałów fizjologicznych, rozwojowych i środowiskowych, w tym związanych z pobieraniem innych składników pokarmowych, a także z sygnalizacją warunków stresowych, czy sygnalizacją ataku patogenów (White i Bradley 2003, Thor 2019).

Obecnie dąży się do precyzyjnego dostosowania nawożenia do warunków glebowych oraz wymogów odmian roślin uprawnych. Ich rolą jest dostarczenie roślinom łatwo przyswajalnych składników pokarmowych w formie pojedynczych pierwiastków lub prostych związków organicznych. Na rynek wprowadzane są nowe nawozy zawieszinowe, chelatowane nawozy mikroelementowe, a także preparaty ciekłe, zawierające stymulatory wzrostu roślin (Pipiak i Skwarek 2020). Dokarmianie dolistne jest sposobem na szybkie uzupełnienie składników pokarmowych w roślinach, stosowanym w przypadku ich niedoboru w glebie lub jakichkolwiek ograniczeń w ich pobieraniu na skutek niesprzyjających warunków lub stresów (Voogt i in. 2013).

2.6. Wykorzystanie antytranspirantów w uprawie roślin

Ograniczone zasoby wody wymuszają poszukiwania nowych technologii produkcji owoców, które zmniejszają zużycie wody. Jedną z takich metod w produkcji roślinnej jest stosowanie antytranspirantów, które zmniejszają transpirację roślin (Latocha i in. 2009, Masoud 2012, Abdel- Fattah 2013).

Ze względu na mechanizm działania antytranspiranty można podzielić na trzy kategorie. Do pierwszej kategorii zalicza się preparaty tworzące na powierzchni liścia nieprzepuszczalną dla pary wodnej warstwę. Preparaty te nie są aktywne z biochemicznego punktu widzenia i mechanicznie ograniczają transpirację roślin. Do tej klasy należy pinolen (di-1-p-menten) otrzymywany z żywicy sosnowej, powszechnie nazywany polimerem terpenowym (Brillante i in. 2016). Di-1-p-menten (pinolen) jest stosowany jako dolistny antytranspirant w postaci emulsji wodnej. Tworzy on na liściach cienką warstwę, która polimeryzuje pod wpływem światła słonecznego, osiągając wysoką wytrzymałość i elastyczność. Di-1-p-menten jest bezpieczny dla środowiska (Moftah i in. 2005a, 2005b, Francini i in. 2011, Ouerghi i in. 2014). Do drugiej kategorii

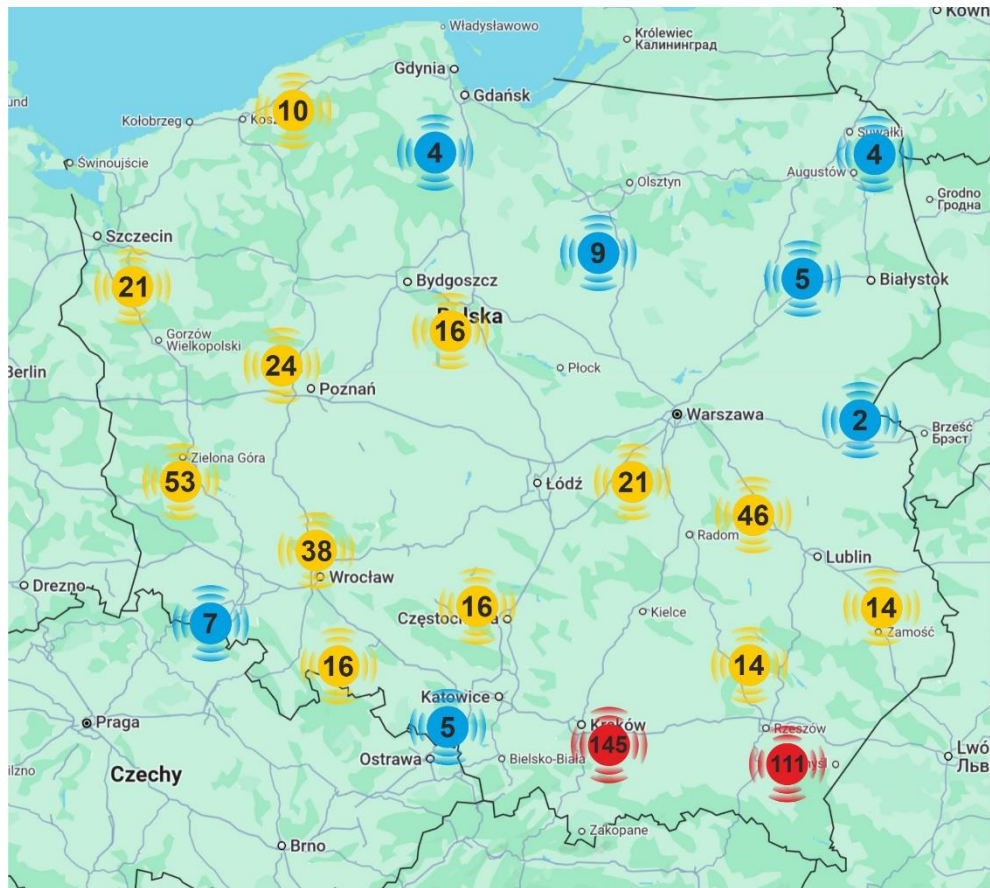
zalicza się preparaty refleksyjne, które odbijają część promieniowania słonecznego padającego na górną powierzchnię liścia, np. opryski kaolinem (Moftah i in. 2005a, 2005b). Do trzeciej kategorii zalicza się preparaty powodujące zamykanie aparatów szparkowych (poprzez wpływ na procesy metaboliczne w tkankach roślinnych). Wykorzystuje się związki biochemicznie aktywne, takie jak chitozan (β -1,4-D-glukozamina), którego działanie zamyka aparaty szparkowe, co spowodowane jest przez modyfikacją metabolizmu kwasu abscysynowego. (Brillante i in. 2016, Moftah i in. 2005a, 2005b).

W uprawie winorośli antytranspiranty stosuje się w celu zmniejszenia strat wody przez roślinę, a także w rejonach ciepłego klimatu, w celu opóźnienia dojrzewania winogron, co może wpływać na skład chemiczny owoców, wielkość i jakość plonu, a częściowo także przekładać się na produkt końcowy wino. Zakłada się, że w takich warunkach klimatycznych ograniczenie procesów fizjologicznych i wydłużenie dojrzewania będzie sprzyjało mniejszej akumulacji cukrów w owocach, co pozwoli na produkcję wina o mniejszej zawartości alkoholu (Di Vaio i in 2020).

3. Materiał, metody i warunki badań

3.1. Lokalizacja badań

Doświadczenia zostały przeprowadzone w Winnicy Turnau, położonej niedaleko miejscowości Baniewice (53°03'38''N, 14°35'59''E) na Pomorzu Zachodnim (gmina Banie, powiat gryfiński) (ryc.3).



Ryc. 3. Położenie Winnicy Turnau (Internet 7)

3.2. Doświadczenie agrotechniczne

Doświadczenie zostało przeprowadzone w latach 2013-2016, 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, (przetwórcza) zaszczepioną na podkładce SO4. Materiał nasadzeniowy pochodził z Winnicy Equus położonej w województwie Lubuskim. Sadzonki posadzono w roku 2012 na glebie średniej, gliniasto – piaszczystej należącej do klasy III a (fot. 1). Informacje o właściwościach chemicznych gleby

przedstawiono w tab. 1. Glebę w winnicy, na której prowadzono badania można uznać za zasobną w magnez i cynk, średnio zasobną w fosfor, potas, mangan i żelazo oraz mało zasobną w azot, bor i miedź (Lisek i in. 2015).

Tabela 1. Zawartość przyswajalnych form makro- i mikroelementów oraz odczyn gleby (warstwa 0-30 cm)

pH _{KCl}	N-NH ₄	N-NH ₃	P	K	Mg	B	Mn	Cu	Zn	Fe
	mg·100g ⁻¹ gleby					mg·kg ⁻¹ gleby				
7,00	0,13	0,13	3,10	10,0	5,50	1,72	125,4	1,50	6,90	875,5



Fot. 1 Widok ogólny doświadczenia (materiał własny U. Chylewska)

Doświadczenie I:

Pierwszym czynnikiem doświadczalnym w pierwszym doświadczeniu była inokulacja korzeni roślin grzybami mikoryzowymi. Zastosowano następujące warianty doświadczone:

- Bez mikoryzy – wariant MF0
- Z mikoryzą – wariant 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 było zastosowanie preparatów stymulujących roślinę oraz antystresowych. Zastosowano następujące warianty doświadczalne:

- Kontrola - wariant K
- Silvit - wariant Si
- InCa - wariant Ca

Preparaty stosowano trzykrotnie w terminach zalecanych przez producenta:

- pierwszy zabieg wykonano w fazie późnego kwitnienia, kiedy odpadło 80% kołpaczków (25 faza w skali Einchora-Lorenza, 68 w skali BBCH),
- drugi oprysk wykonano, gdy jagody miały wielkość ziarna grochu, a grona wyraźnie się zwieszały (31 faza w skali Einchora-Lorenza, 75 w skali BBCH),
- trzeci zabieg wykonano na początku dojrzewania i przebarwiania się jagód w tzw. faza „veraison” (51 faza w skali Einchora-Lorenza, 81 w skali BBSCH),

Preparat Silvit stosowano w stężeniu 0,2% ($0,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$), a preparat InCa w stężeniu 0,3% ($1,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$).

Doświadczenie II:

Pierwszym czynnikiem w drugim doświadczeniu była inokulacja korzeni roślin grzybami mikoryzowymi. Zastosowano następujące warianty doświadczalne:

- Bez mikoryzy – wariant MF0
- Z mikoryzą – wariant MF1

Podobnie jak w doświadczeniu I, zabieg inokulacji szczepionką mikoryzową Mykoflor wykonano jednokrotnie, miesiąc po posadzeniu winorośli w roku 2012.

Drugim czynnikiem było zastosowanie antytranspiranta na bazie di-1-P-mentenu (preparat Vapor Gard). Zastosowano następujące warianty doświadczalne:

- Kontrola - wariant K
- Vapor Gard - wariant VG

Antytranspirant stosowano trzykrotnie w terminach zalecanych przez producenta:

- pierwszy zabieg wykonano w fazie zawiązywania owoców, młode zawiązki owoców zaczynają nabrzmiwać; widoczne pozostałości kwiatów (27 faza w skali Einchora-Lorenza, 71 w skali BBCH),
- drugi oprysk wykonano w fazie, gdy jagody miały wielkość ziarna grochu, a grona wyraźnie się zwieszały (31 faza w skali Einchora-Lorenza, 75 w skali BBCH),
- trzeci zabieg 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 winnicy, zarówno w doświadczeniu I, jak i II, corocznie wykonywano cięcie wiosenne, przeredzanie młodych latorośli, podwiązywanie latorośli do rusztowania oraz przeredzanie gron w celu regulacji wielkości plonu (pozostawiano 5 gron na krzewie). W okresie wegetacyjnym, dwukrotnie wykonywano zabieg ogławiania krzewów i redukcję zbyt gęstych pasierbów. W okresie dojrzewania, nie później niż dwa tygodnie przed zbiorami redukowano liście w strefie gron. W winnicy systematycznie wykaszano trawę w międzyrzędziach, a w rzędach mechanicznie usuwano chwasty.

Na początku obu doświadczeń w 2013 roku, w winnicy zastosowano nawożenie wapnem granulowanym (w dawce 1,5 t/ha) oraz nawozem wieloskładnikowym Suprofos 25 (NPK, Ca, Mg, S - 5:10:25, 2,5:2:13) w dawce 0,4 t/ha. W drugim roku badań (2014) nie stosowano nawożenia mineralnego. W roku 2015 zastosowano nawożenie nawozem ASL 8% N i 9% S w wysokości 25 kg N/ha. W drugim, trzecim i czwartym roku doświadczenia, na początku maja i lipca, zastosowano preparat Vitisan (99% wodorowęglan potasu) w dawce 8 kg/ha. W tych samych latach w celu ochrony roślin przed chorobami grzybowymi, zastosowano Siarkol Extra 80 WP (2,4 kg/h) i Miedzian 50 WP (0,4 kg/ha).

W roku 2013 po posadzeniu winorośli, w celu wzmocnienia roślin dokonano usunięcia wszystkich gron w fazie zawiązywania owoców.

3.3. Charakterystyka odmiany Seyval Blanc

Seyval Blanc – biała odmiana będąca mieszańcem międzygatunkowym, wyhodowana we wschodniej Francji na początku XX wieku przez Bertille Seyve i Victora Villarda. Powstała ze skrzyżowania dwóch odmian (Ryc. 4) Seibel 5656 x Reyon D’or (Robinson i. in 2012). Seyval Blanc jest popularną odmianą w całej

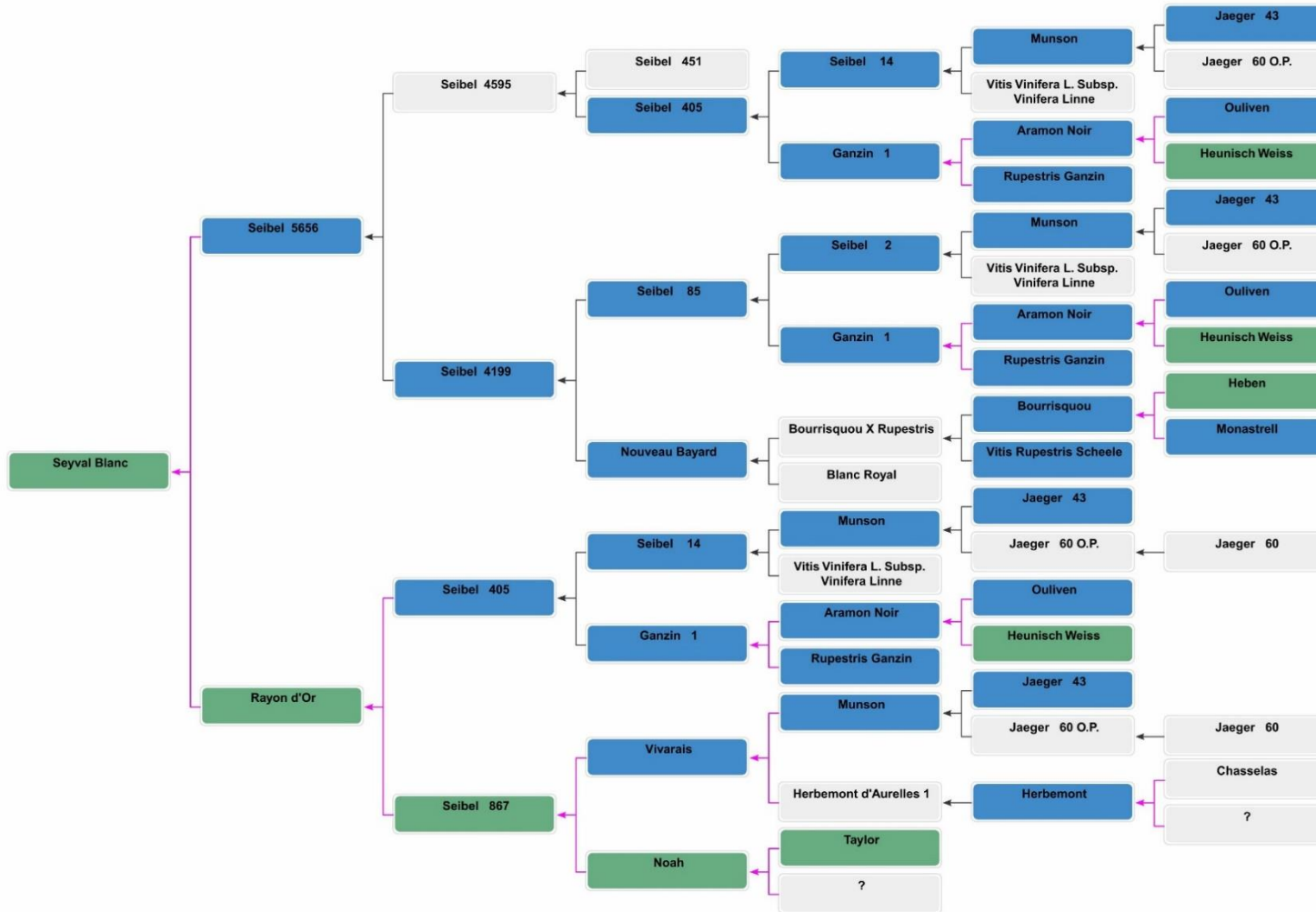
wschodniej Ameryce Północnej, Kanadzie ale także w północnej Europie i nadal jest uprawiana komercyjnie (Internet 11, Reynolds 2015). Cechy tej odmiany predestynowały go do miejsc, gdzie panuje trochę surowszy klimat. Nie dziwi więc, że stał się odmianą często uprawianą w winnicach obszarów, tzw. cool climats (Internet 2). Odmiana o bardzo dobrej wytrzymałości na mróz, zdrewniałe pędy wytrzymują temperatury do -27°C (Myśliwiec 2013, Golis 2014). Wysoka odporność krzewów na choroby grzybowe sprawia, że praktycznie nie ma potrzeby stosowania ochrony chemicznej. Krzewy można prowadzić w formie szpaleru i na wyższych konstrukcjach (Internet 1, Adamczewska-Sowińska 2016).

Wzrost krzewu jest średnio silny, plenność bardzo wysoka i regularna (Myśliwiec 2013, Adamczewska-Sowińska 2016). Liście są małe i średnie, pofałdowane, z trzema klapami, ciemnozielone, błyszczące, sztywne, nieregularnie wywinięte ku górze (Lisek, 2011). Grona są stożkowate, duże i średnie, o masie 160-240 g, zwarte. Jagody są żółtozielone z bursztynowym rumieńcem, wyrównane, wielkości 15 mm, kuliste, skórka średniej grubości, łatwo oddzielająca się od miąższu, miąższ soczysty (Fot. 2). Owoce dojrzewają na początku października, w chłodniejsze lata zbiera się dopiero przed przymrozkami (Internet 1, Lisek, 2011). Odmiana jest plenna, owocuje niezawodnie każdego roku, charakteryzuje się wysoką odpornością na choroby grzybowe (Golis 2014).

Owoce odmiany Seyval dają lekko owocowe białe wino o zapachu pomadowym i gorzkawym wykończeniu (Jackson, 2008). Zawartość cukru w owocach waha się od 17 do 20%. Wino dobrej jakości, w miarę przechowywania tworzy bardziej intensywny, przyjemny, melonowo-cytrusowy aromat (Adamczewska-Sowińska 2016).



Fot. 2 Odmiana Seyval Blanc (fot. U. Chylewska)



Ryc. 4 Rodowód odmiany Seyval Blanc (Internet 15)

3.4. Charakterystyka zastosowanej w badaniach szczepionki mikoryzowej

W przeprowadzonych badaniach zastosowano preparat w formie zawiesiny wodno-żelowej. Jak podaje producent, firma Mykoflor (Polska), szczepionka zawiera żywe strzępki grzybni wyizolowane z korzeni dziko rosnących winorośli w Hołosijewskim Lesie pod Kijowem (Ukraina), w Chorwacji i w Polsce, między innymi z rodzaju *Tuber* (Internet 16) oraz propagule grzybów mikoryzowych *Rhizophagus irregularis*, *Glomus mosseae* i *Claroideoglomus etunicatum*. Skuteczność zabiegu inokulacji potwierdziły wyniki badań przeprowadzonych przez Zakład Mikrobiologii i Ryzosfery Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach (nieopublikowane). W korzeniach badanej odmiany Seyval Blanc, po inokulacji zanotowano zwiększenie frekwencji mikoryzowej o 70,0% (w roku 2013) i o 64% (w roku 2014) oraz względnej intensywności mikoryzowej o 70,0% (w roku 2013) i o 64,3% (w roku 2014) w stosunku do roślin kontrolnych. System korzeniowy badanej odmiany poddano analizie po zakończeniu sezonów wegetacyjnych w roku 2013 i 2014.

3.5. Charakterystyka zastosowanych w doświadczeniach preparatów

Silvit

Jak podaje producent, firma INTERMAG (Polska), Silvit to preparat nawozowy o właściwościach stymulujących i antystresowych, oparty o aktywny krzem w pełni przyswajalny przez rośliny. Preparat zawiera 150 g/dm³ SiO₂, 100 g/dm³ K₂O, 25 g/dm³ SO₃, 1,25 g/dm³ B, 0,25 g/dm³ Zn oraz aminokwasy. Według producenta preparat redukuje stres biotyczny przez ograniczenie fizycznej penetracji tkanek przez szkodniki oraz zwiększenie odporności ścian komórkowych na enzymy produkowane przez patogeny (działanie fungistatyczne). Ogranicza również wpływ stresu abiotycznego na rośliny poprzez podwyższenie tolerancji roślin na niskie temperatury, redukcję transpiracji w okresie suszy, intensyfikację fotosyntezy, łagodzenie wpływu podwyższonego zasolenia gleby na wzrost roślin, korzystny wpływ na pobieranie fosforu przez rośliny oraz łagodzenie toksycznego działania glinu na system korzeniowy (materiały informacyjne INTERMAG Sp. z o.o.).

InCa

Preparat nawozowy zawierający łatwo przyswajalny wapń o właściwościach stymulujących oparty na technologii CaT. Jak podaje producent firma Plant Impact Plc (Wielka Brytania), CaT to syntetyzowany ekstrakt roślinny zawierający auksyny, przeznaczony do aktywacji pompy wapniowo-auksynowej i kanałów wapniowych w celu zwiększenia pobierania wapnia przez rośliny. Preparat zawiera 8,0% N, 13,0% CaO i 1,0% Zn. Według producenta preparat zapewnia bardziej efektywny transport wapnia w roślinie w porównaniu z tradycyjnymi nawozami, właściwe zaopatrzenie w wapń tych części rośliny do których transport jest utrudniony (owoce, młode liście i inne intensywnie rosnące części roślin), większą zdolność przechowalniczą i dłuższą trwałość pozbiorczą, a przede wszystkim ogranicza wpływu czynników stresowych na wzrost i plonowanie roślin (materiały informacyjne Plant Impact Plc).

Vapor Gard

Jak podaje producent, Miller Chemical and Fertilizer Corporation (USA) Vapor Gard zawiera 96 % di-1-P-mentenu, związku z grupy polimerów terpenowych. Jest to naturalny środek pochodzenia roślinnego, pozyskiwany z żywicy sosny kanadyjskiej, działający jako antytranspirant (Francini i in. 2011). Zmniejsza transpirację roślin, poprawia wybarwienie owoców i niektóre parametry biochemiczne (Latocha i in. 2009). Według producenta preparat Vapor Gard po upływie 1 h od zabiegu przy udziale światła słonecznego polimeryzuje się tworząc na powierzchni roślin elastyczną warstwę łączącą się z naturalnym woskiem roślinnym. Vapor Gard ogranicza transpirację o 10 - 12%, pozwalając roślinom efektywnie wykorzystywać dostępną wodę, szczególnie w warunkach jej niedoboru poprawiając efektywność procesów fizjologicznych, jednocześnie w żaden sposób nie ogranicza fotosyntezy i wzrostu roślin (Internet 5, materiały informacyjne Miller Chemical and Fertilizer Corporation).

3.6. Metody badań fizjologicznych, pomiarów biometrycznych oraz analiz chemicznych

Do analiz pobierano w pełni wykształcone, zdrowe liście oraz dojrzałe, nieuszkodzone, zdrowe owoce. Pomiarów parametrów wymiany gazowej roślin, zawartości barwników asymilacyjnych i parametrów fluorescencji chlorofilu oraz analizy parametrów plonu i składu chemicznego owoców dokonano w latach 2014 - 2016.

Analizy chemiczne zawartości składników mineralnych w liściach badanej odmiany wykonano w latach 2013 - 2016.

W trakcie prowadzenia doświadczenia wykonano następujące pomiary i analizy:

- parametrów wymiany gazowej roślin (natężenia procesu asymilacji CO₂ (A), transpiracji (E), przewodnictwa szparkowego dla wody (g_s) oraz stężenia CO₂ w przestworach międzykomórkowych miękiszu asymilacyjnego (c_i). Na podstawie stosunku A/E wyliczono współczynnik efektywności wykorzystania wody (WUE) w fotosyntezie. Pomiary wykonywano dwukrotnie w okresie wegetacyjnym: I termin - w fazie przebarwiania się owoców „veraison”, II termin – w fazie dojrzewania owoców. Pomiarów dokonywano przenośnym gazowym analizatorem TPS-2, PP Systems (ustawienia aparatu standardowe), wyposażonym w komorę pomiarową PLC4 pracującą w systemie otwartym. Pomiary przeprowadzano na zdrowych, w pełni wyrosniętych liściach winorośli, znajdujących się po przeciwnej stronie drugiego lub trzeciego grona (licząc od wierzchołka pędu) w 12 powtórzeniach (analizowano po 2 liście z powtórzenia, przy czym każdy z liści pochodził z innej rośliny);
- zawartości chlorofilu „a” i „b” oraz całkowitego oraz karotenoidów w liściach. Zawartość chlorofilu oznaczono metodą Arnona i in. (1956) w modyfikacji Lichtenthalera i Wellburna (1983), zaś karotenoidów metodą Hagera i in. (1966). Ekstrakty barwników asymilacyjnych otrzymano, rozcierając próbki świeżej masy liści, o masie około 0,03 g, w moździerzu z 10 cm³ 80% acetonu. Homogenaty wirowano przy 1500 obrotach na minutę przez 10 min. Gęstość optyczną próbek oznaczono przy pomocy spektrofotometru Marcel mini, przy długościach fal $\lambda = 440, 645$ i 663 nm. Zawartość chlorofilu i karotenoidów oznaczano w 6 powtórzeniach, w tych samych terminach i liściach na których dokonywano pomiarów wymiany gazowej;
- parametrów fluorescencji chlorofilu. Parametry rejestrowano przy użyciu spektrofluorymetru Handy PEA (Hansatech Instruments) w oparciu o standardową procedurę aparatu (intensywność światła aktywniczego/nasycającego na poziomie liścia $3000 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$). Pomiary wykonano dwukrotnie w sezonie wegetacyjnym winorośli w tych samych terminach i na tych samych liściach, w których określano pozostałe cechy fizjologiczne. Pomiary wykonano w 18 powtórzeniach (analizowano po 3 liście

z każdego powtórzenia, przy czym każdy z nich pochodził z innej rośliny). Liście przed pomiarem zaciemniano na 20 minut za pomocą fabrycznych klipsów (średnica pola zaciemnianego 4 mm). Przy pomocy spektrofluorymetru zmierzono i obliczono następujące parametry indukcji fluorescencji chlorofilu:

F_0 – fluorescencja początkowa (zerowa), wskaźnik strat energii wzbudzenia w antenach energetycznych,

F_M – fluorescencja maksymalna, po redukcji akceptorów w PS II i po adaptacji ciemniowej,

$F_V = F_M - F_0$ – fluorescencja zmienna, wyznaczona po adaptacji ciemniowej, parametr uzależniony od maksymalnej wydajności kwantowej PS II,

F_V/F_M – maksymalna, potencjalna efektywność reakcji fotochemicznej w PS II wyznaczona po adaptacji ciemniowej, po redukcji akceptorów w PS II (Bolhár – Nordenkampf i Öquist 1993),

T_{FM} – czas wzrostu fluorescencji chlorofilu od początku pomiaru do osiągnięcia maksimum (F_M),

A_M (Area) – powierzchnia nad krzywą indukcji fluorescencji chlorofilu „a” między punktami F_0 i F_M proporcjonalna do wielkości puli zredukowanych plastochinonowych akceptorów elektronów w PSII (Kalaji i Łoboda 2007).

- masy 100 owoców – wagowo (z dokładnością do 0,1 g);
- średnica owoców – metrycznie, suwmiarką elektroniczną (z dokładnością do 0,1 mm);
- maksymalnego obwodu gron – miarą elastyczną (z dokładnością do 1 mm). Mierzono 5 reprezentatywnych gron z każdego powtórzenia wszystkich kombinacji doświadczalnych;
- długości gron – miarą elastyczną (z dokładnością do 1 mm), mierzono 5 reprezentatywnych gron z każdego powtórzenia wszystkich kombinacji doświadczalnych;
- zawartości ekstraktu w owocach (TSS) – refraktometrycznie za pomocą refraktometru Atago Pol 1 (wg. PN-90/A-75101/02);

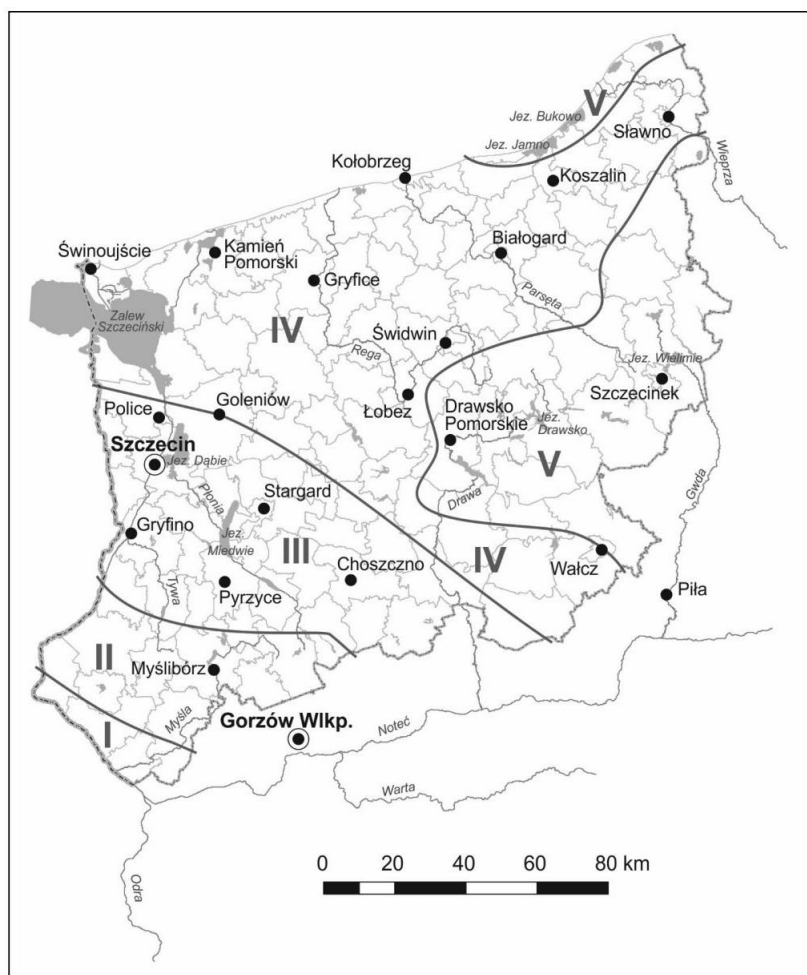
- kwasowości ogólnej owoców (TA) – metodą miareczkową w przeliczeniu na kwas winowy wg. PN 90/A-75101/04;
- na podstawie zawartości ekstraktu i kwasowości ogólnej owoców obliczono indeks dojrzałości (MI), według wzoru $MI = TSS/TA$ (Falcão i in. 2008);
- zawartości kwasu askorbinowego w owocach metodą reflektometryczną, reflektometrem Merc RQflex 10 (Pantelidis i in. 2007);
- aktywności antyoksydacyjnej, polegającej na zmiataniu rodnika DPPH (Braca i in. 2001). W celu oznaczenia aktywności antyoksydacyjnej DPPH, całkowitej pojemności antyoksydacyjnej, zawartości polifenoli ogółem oraz zawartości flawonoidów ogółem z owoców przygotowano ekstrakty metanolowe. 2 g tkanki roślinnej zhomogenizowano z 10 cm³ metanolu, przeniesiono do kolby miarowej o pojemności 100 cm³ i uzupełniono metanolem do kreski. Ekstrakty odwirowano przy 14800 rpm przez 5 min za pomocą wirówki MicroCL 21R firmy Thermo. Ekstrakty przesączono przez bibułę filtracyjną Whatman nr 1 i zebrano przesącz, a następnie metanol usunięto na wyparce rotacyjnej w temperaturze 40°C. Pozostałości rozpuszczono w metanolu w kolbie pomiarowej o pojemności 50 cm³; 0,1 cm³ ekstraktu metanolowego dodano do 3 cm³ 0,004% metanolowego roztworu DPPH, a następnie po 30 min zmierzono absorbancję za pomocą spektrofotometru UV - 1800 firmy Shimadzu, przy długości fali $\lambda = 517$ nm. Wyniki aktywności antyoksydacyjnej przeliczono z krzywej kalibracyjnej wykorzystując jako wzorzec Trolox (kwas 6-hydroksy-2,5,7,8-tetrametylochromano-2-karboksylowy). Całkowitej pojemności antyoksydacyjnej metodą z kationorodnikiem ABTS^{•+} [2,2'-azobis (3-etylobenzotiazolino-6-sulfonian)], według Re i in. (1999). Przygotowano roztwór ABTS o stężeniu 7 mM, następnie zmieszano roztwór ABTS z 2,45 mM roztworem nadsiarczanu potasu i przechowywano w ciemności przez 12 godzin. Roztwór kationorodnika ABTS^{•+} rozcieńczono metanolem tak, aby jego absorbancja przy długości fali $\lambda = 734$ nm wynosiła $0,7 \pm 0,02$. Do 2 cm³ roztworu ABTS^{•+} dodano 0,2 cm³ ekstraktu i zmierzono spadek absorbancji po upływie 6 minut. Wyniki całkowitej aktywności antyoksydacyjnej przeliczono z krzywej kalibracyjnej wykorzystując jako wzorzec Trolox;

- zawartości polifenoli ogółem kolorymetrycznie według (Yu i in. 2002). Ekstrakty owocowe ($0,1 \text{ cm}^3$) zmieszano z $0,5 \text{ cm}^3$ odczynnika Folin-Ciocalteu i $1,5 \text{ cm}^3$ 20% Na_2CO_3 . Próbki wstrząśnięto i pozostawiono w temperaturze pokojowej na 2 h. Następnie każdą z próbek dopełniono wodą do 10 cm^3 i oznaczono wobec próby odczynnikowej za pomocą spektrofotometru UV-1800 firmy Shimadzu, przy długości fali $\lambda = 765 \text{ nm}$. Zawartość polifenoli ogółem przeliczono z krzywej kalibracyjnej i podano w mg kwasu galusowego na g świeżej masy rośliny;
- zawartości flawonoidów ogółem według metody Kumaran i Karunakaran (2007), stosując kwercetynę jako związek odniesienia. 1 cm^3 ekstraktu owocowego zmieszano z 1 cm^3 2% metanolowego roztworu AlCl_3 i kroplą lodowatego kwasu octowego. Próbki wstrząśnięto i pozostawiono w temperaturze pokojowej na 40 min. Następnie każdą z próbek dopełniono metanolem do 25 cm^3 i oznaczono wobec próby odczynnikowej za pomocą spektrofotometru UV-1800 firmy Shimadzu, przy długości fali $\lambda = 415 \text{ nm}$. Zawartość flawonoidów ogółem przeliczono z krzywej kalibracyjnej i podano w mg kwercetyny na kg świeżej masy rośliny;
- zawartości ogólnych form N w liściach i owocach oznaczono metodą destylacyjną Kjeldahla, w materiale zmineralizowanym na mokro w kwasie siarkowym (VI). Po mineralizacji N-ogółem oznaczono na aparacie Gerhardta Bonn Vapodest 30;
- zawartości ogólnych form P w liściach i owocach oznaczono kolorymetrycznie metodą Egnera-Riehma z zastosowaniem zbuforowanego roztworu mleczanu wapnia przy długości fali 660 nm na aparacie Spekol 11;
- zawartości ogólnych form K, Ca, Mg i Na w liściach i owocach oznaczono metodą ASA. Do analizy zawartości składników mineralnych, pobierano liście znajdujące się po przeciwnej stronie pierwszego, drugiego lub trzeciego grona (licząc od wierzchołka pędu) w początkowej fazie dojrzewania owoców. Oznaczeń makro- i mikroelementów oraz metali ciężkich dokonano w materiale zmineralizowanym na mokro w mieszaninie kwasu siarkowego (VI) i kwasu chlorowego (VII), w stosunku 3:1. Oznaczenia wykonano na spektrofotometrze absorpcji atomowej Solaar 3000;

- zawartości ogólnych form Fe, Mn, Zn, Cu, Ni, Cd i Pb w liściach i owocach oraz Co w owocach wykonano metodą ASA. Oznaczenia wykonano na spektrofotometrze absorpcji atomowej Solaar 3000.

3.7. Warunki meteorologiczne

Możliwości uprawy winorośli determinują przede wszystkim warunki klimatyczne. Obserwowane obecnie zmiany klimatyczne powodują istotny wzrost temperatury powietrza, a w konsekwencji wydłużanie się okresu wegetacji winorośli (temperatura powyżej 8°C) i okresu z sumami temperatur aktywnych (temperatura powyżej 10°C) na terenie województwa zachodniopomorskiego (Głębiński i Koźmiński, 2019). Głębiński i Koźmiński (2019), na podstawie takich cech klimatu jak średnia roczna temperatura powietrza powyżej 8°C, średnia roczna temperatura okresu wegetacyjnego (IV-IX) powyżej 14°C, średnia temperatura maja, lipca i września, suma aktywnych temperatur powietrza SAT (temperatura powyżej 10°C) wynoszącą co najmniej 2500°C, długość okresu wegetacyjnego, usłonecznienie rzeczywiste w miesiącach V - IX, daty początku i końca dni z temperaturami aktywnymi, liczby dni z temperaturami aktywnymi oraz długości okresu bez przymrozków wydzielili V obszarów uprawy winorośli w województwie zachodniopomorskim (ryc. 5). Zdaniem cytowanych autorów najkorzystniejsze warunki klimatyczne do uprawy winorośli panują na pierwszym obszarze, zaś najmniej korzystne na obszarze piątym. Autorzy podkreślają jednak, że lokalnie, szczególnie na zboczach wzgórz bądź dolin o wystawie południowej i południowo-wschodniej oraz w sąsiedztwie zbiorników wodnych mogą występować warunki klimatyczne, których parametry mogą się różnić na korzyść, z punktu widzenia uprawy winorośli, od występujących na wydzielonych obszarach.



Ryc. 5 Obszary uprawy winorośli w województwie zachodniopomorskim (Głąbiński i in. 2019)

Według Głąbińskiego i Koźmińskiego (2019) Winnica Turnau w Baniewicach położona jest w trzecim wydzielonym obszarze, gdzie sumy temperatur aktywnych wynoszą od 2401 do 2500°C, a średnia temperatura okresu wegetacji waha się od 14,6°C do 14,7°C. Okres wegetacyjny trwa od 226 do 229 dni. Początek okresu z temperaturami aktywnymi występuje pomiędzy 24, a 26 kwietnia, zaś koniec pomiędzy 7, a 8 października. Liczba dni z temperaturami aktywnymi waha się od 166 do 170, zaś długość okresu bez przymrozków wynosi od 171 do 180 dni. Usłonecznienie rzeczywiste w miesiącach V - IX wynosi od 1021 do 1030 h. Roczna suma opadów waha się od 601 do 625 mm.

Charakterystykę głównych elementów meteorologicznych w latach prowadzenia badań i w wieloleciu przedstawiono w tabelach (2, 3, 4) oraz na klimatogramach okresów wegetacyjnych (IV - X) w układzie dekadowym (ryc. 6, 7), opracowanych według Waltera i Lietha, w modyfikacji Gregorczyka (1995). Warunki meteorologiczne opisano

na podstawie danych pochodzących ze Stacji Meteorologicznej Szczecin – Dąbie (stacja położona najbliżej miejsca prowadzenia badań).

W pierwszym roku badań (2013), średnia roczna temperatura powietrza była wyższa od średniej wieloletniej (1968 - 2007) o $1,4^{\circ}\text{C}$ (tab. 2). W okresie wegetacyjnym była wyższa od średnich wieloletnich o $0,70^{\circ}\text{C}$. Najniższą średnią temperaturę miesięczną wynoszącą $2,00^{\circ}\text{C}$ zanotowano w grudniu, zaś najwyższą ($19,20^{\circ}\text{C}$) w lipcu. W drugim roku badań (2014), podobnie jak w roku 2013, zanotowano wyższe średnie temperatury powietrza zarówno dla całego roku, jak i okresu wegetacyjnego w stosunku do średnich wieloletnich (odpowiednio o $0,5$ i $0,6^{\circ}\text{C}$). Najchłodniejszym miesiącem roku był styczeń ze średnią temperaturą powietrza wynoszącą $-1,5^{\circ}\text{C}$, natomiast najcieplejszymi miesiącami był lipiec i sierpień (odpowiednio $19,2^{\circ}\text{C}$ i $19,1^{\circ}\text{C}$). W roku 2015 średnia temperatura powietrza wynosiła $8,0^{\circ}\text{C}$ i była zbliżona do średniej wielolecia. W trzecim roku badań średnia temperatura powietrza w okresie wegetacyjnym była wyższa o $0,1^{\circ}\text{C}$ od średniej wieloletniej. Najwyższą średnią temperaturę zanotowano w lipcu (21°C), zaś najniższe w styczniu ($-5,6^{\circ}\text{C}$) i grudniu ($-4,6^{\circ}\text{C}$). W czwartym roku trwania doświadczenia (2016), średnia temperatura powietrza, zarówno roczna, jak i okresu wegetacyjnego, była wyższa od średniej wieloletniej (odpowiednio o $1,1$ i $1,2^{\circ}\text{C}$). Najcieplejszymi miesiącami były lipiec ($18,9^{\circ}\text{C}$) i czerwiec ($18,4^{\circ}\text{C}$), najchłodniejszym zaś styczeń ($-0,5^{\circ}\text{C}$).

W pierwszym roku badań usłonecznienie rzeczywiste dla całego roku, jak również dla okresu wegetacyjnego było większe od przeciętnego (tab. 3). Usłonecznienie powyżej wartości przeciętnej zanotowano w styczniu, maju, czerwcu, lipcu, październiku i grudniu, zaś w pozostałych miesiącach było ono mniejsze od normy wieloletniej. Podobną zależność, jak w roku 2013, zanotowano również w roku 2014. W omawianym okresie, dla całego roku usłonecznienie rzeczywiste wynosiło 112% normy, a dla okresu wegetacyjnego 118,9% normy. Największe usłonecznienie rzeczywiste w okresie wegetacyjnym zanotowano w kwietniu, wynosiło ono aż 192,6% normy. Najmniejsze usłonecznienie w okresie wegetacyjnym odnotowano w czerwcu i wynosiło ono 94,7% normy. Usłonecznienie rzeczywiste w roku 2015 było nieco mniejsze niż w wieloleciu i wynosiło 98,8% normy, natomiast w okresie wegetacyjnym było niewiele większe w porównaniu do wielolecia i wynosiło 107,2% normy. Największe usłonecznienie odnotowano w czerwcu i lipcu. Usłonecznienie mniejsze niż norma wieloletnia zanotowano w styczniu, lutym, marcu, maju, wrześniu, listopadzie i grudniu. W roku 2016, podobnie jak w roku 2013 i 2014, usłonecznienie rzeczywiste dla całego roku, jak

również dla okresu wegetacyjnego było większe od przeciętnego. Największe usłonecznienie rzeczywiste w omawianym roku zanotowano we wrześniu i wynosiło ono aż 196,2% normy, najmniejsze zaś w lipcu (87,3% normy).

Roczna suma opadów w roku 2013 była większa niż w wieloleciu i wynosiła 107,8% normy. Także w okresie wegetacyjnym zanotowano sumę opadów większą niż w wieloleciu (102,8% normy) (tab.4). Podobną zależność stwierdzono drugim roku trwania doświadczenia, gdzie roczna suma opadów, jak również suma opadów w okresie wegetacyjnym była wyższa niż suma wielolecia (odpowiednio o 117,2% i 124,9% normy). W 2014 roku najmniej opadów zanotowano w kwietniu i we wrześniu. Najwięcej opadów odnotowano w październiku. Również w trzecim roku badań, suma opadów była większa niż w wieloleciu. Suma opadów całego roku 2015 wynosiła 133,2% normy, a dla okresu wegetacyjnego 127,6% normy. W roku 2015 najwięcej opadów - 172,4% normy zanotowano w sierpniu, zaś najmniej, 34,8 % normy, w czerwcu. W roku 2016 roczna suma opadów, oraz suma opadów w okresie wegetacyjnym była mniejsza niż wartości notowane dla wielolecia i wynosiła odpowiednio: 86,0 i 78,1% normy. W okresie wegetacyjnym największą sumę opadów, wynoszącą 122% normy odnotowano w październiku oraz w czerwcu (114,1% normy). Najmniejszą zaś, we wrześniu i w maju (odpowiednio: 25,8 i 36,9% normy).

Warunki termiczno-opadowe panujące w okresach wegetacyjnych w latach trwania doświadczenia zostały przedstawione na klimatogramach w układzie dekadowym. Na ich podstawie można wyróżnić okresy niedoboru opadów czyli okresy posuszne, które wyznaczone są przez pola znajdujące się poniżej krzywej temperaturowej oraz okresy intensywnych opadów, które wyznaczają piki krzywych opadowych (ryc. 6, 7).

W pierwszym roku badań w okresie wegetacyjnym (IV - X) najwięcej opadów odnotowano od 2 dekady maja do 1 dekady czerwca i od 2 dekady czerwca do 1 dekady lipca. Dużą ilość opadów zanotowano także w okresie od 2 dekady lipca do 2 dekady sierpnia oraz w październiku. Niedobory opadów wystąpiły w 1 i 2 dekadzie lipca, a także w okresie od 2 dekady sierpnia do 1 dekady września. Cały sezon wegetacyjny w roku 2014 charakteryzował się znacznymi opadami deszczu. Dłuższy okres niedoboru opadów wystąpił jedynie w czerwcu. W roku 2015 najwięcej opadów odnotowano w okresie od 3 dekady kwietnia do 2 dekady maja, w lipcu, w 2 dekadzie września oraz październiku. Okresy posuszne występowały w okresie od 3 dekady maja do 2 dekady czerwca oraz od 1 dekady sierpnia do 1 dekady września. W ostatnim roku badań (2016)

najwięcej opadów zanotowano w kwietniu oraz w 2 i 3 dekadzie czerwca. Niedobory opadów wystąpiły od 1 dekady maja do 1 dekady czerwca i w dłuższym okresie od 2 dekady lipca do końca września, z małą przerwą w 1 dekadzie sierpnia.

Tabela 2. Średnie temperatura powietrza [°C] w latach 2013 - 2016 na tle średnich wieloletnich dla Stacji Meteorologicznej w Szczecinie Dąbiu.

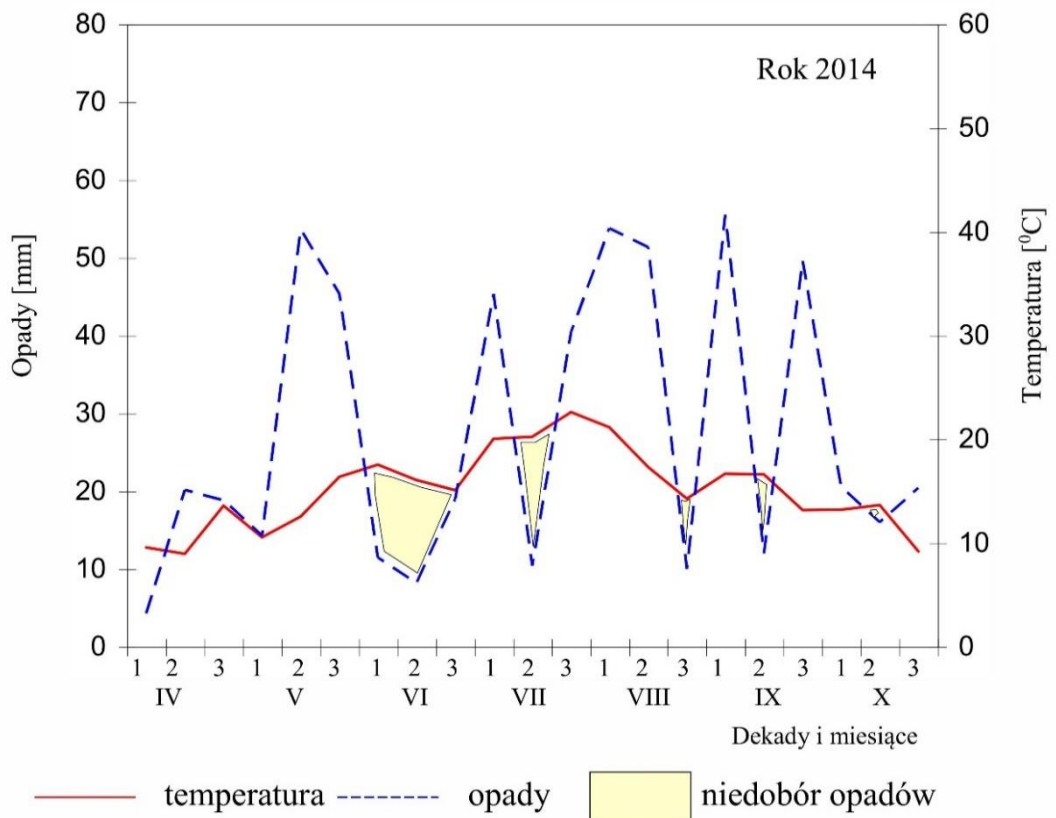
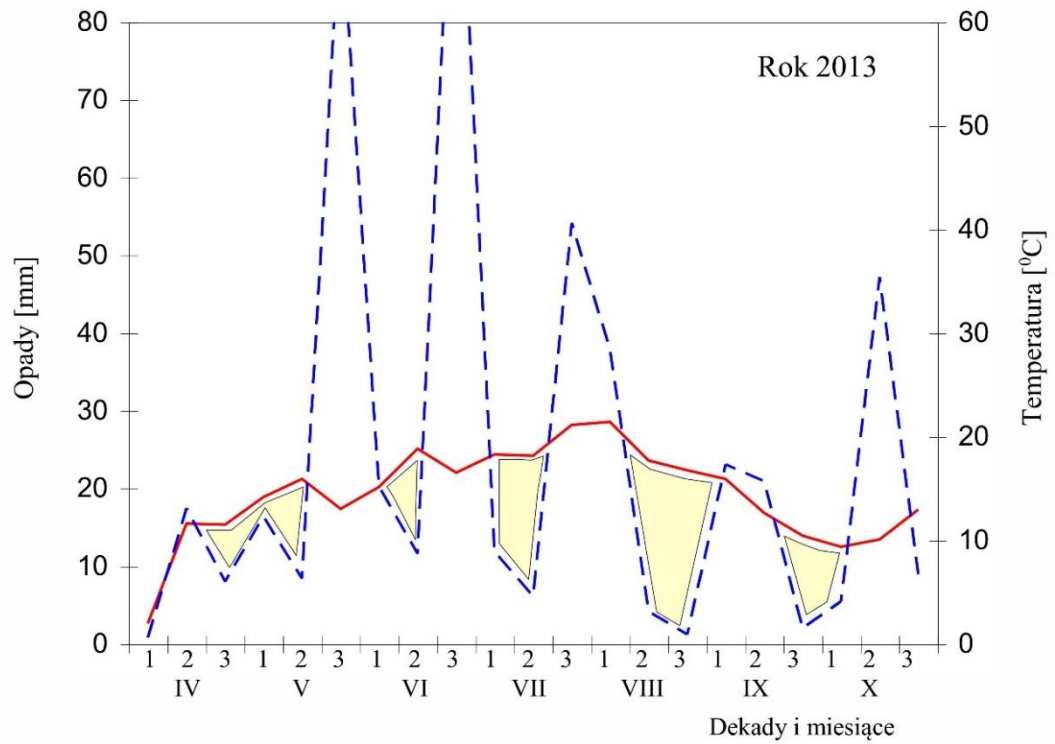
Lata	Miesiąc												Średnia	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	IV- X	I-XII
Średnia temperatura powietrza [°C]														
2013	3,3	4,8	4,7	8,4	14,4	17,6	19,2	18,6	13,6	9,8	5,9	2,0	14,5	10,2
Odchylenie	3,5	4,2	1,1	0,4	1,2	1,4	1,0	0,8	0,0	0,5	1,5	0,8	0,7	1,4
2014	-1,5	0,3	4,5	11,9	13,2	15,1	19,2	19,1	14,9	7,8	7,2	-0,1	14,5	9,3
Odchylenie	1,3	0,3	0,9	3,9	0,0	1,1	1,0	1,3	1,3	1,5	2,8	1,3	0,7	0,5
2015	-5,6	-0,4	4,0	8,8	11,1	16,5	21,7	18,5	13,1	7,6	4,8	-4,6	13,9	8,0
Odchylenie	-5,4	1,0	0,4	0,8	2,1	0,3	3,5	0,7	0,5	1,7	0,4	5,8	0,1	0,8
2016	-0,5	3,6	4,3	8,7	15,6	18,4	18,9	17,8	16,7	8,6	3,9	3,1	15,0	9,9
Odchylenie	0,3	3,0	0,7	0,7	2,4	2,2	0,7	0,0	3,1	0,7	0,5	1,9	1,2	1,1
1968-2007	-0,2	0,6	3,6	8,0	13,2	16,2	18,2	17,8	13,6	9,3	4,4	1,2	13,8	8,8

Tabela 3. Usłonecznienie [h] w latach 2013 - 2016 na tle średnich wieloletnich dla Stacji Meteorologicznej w Szczecinie Dąbiu.

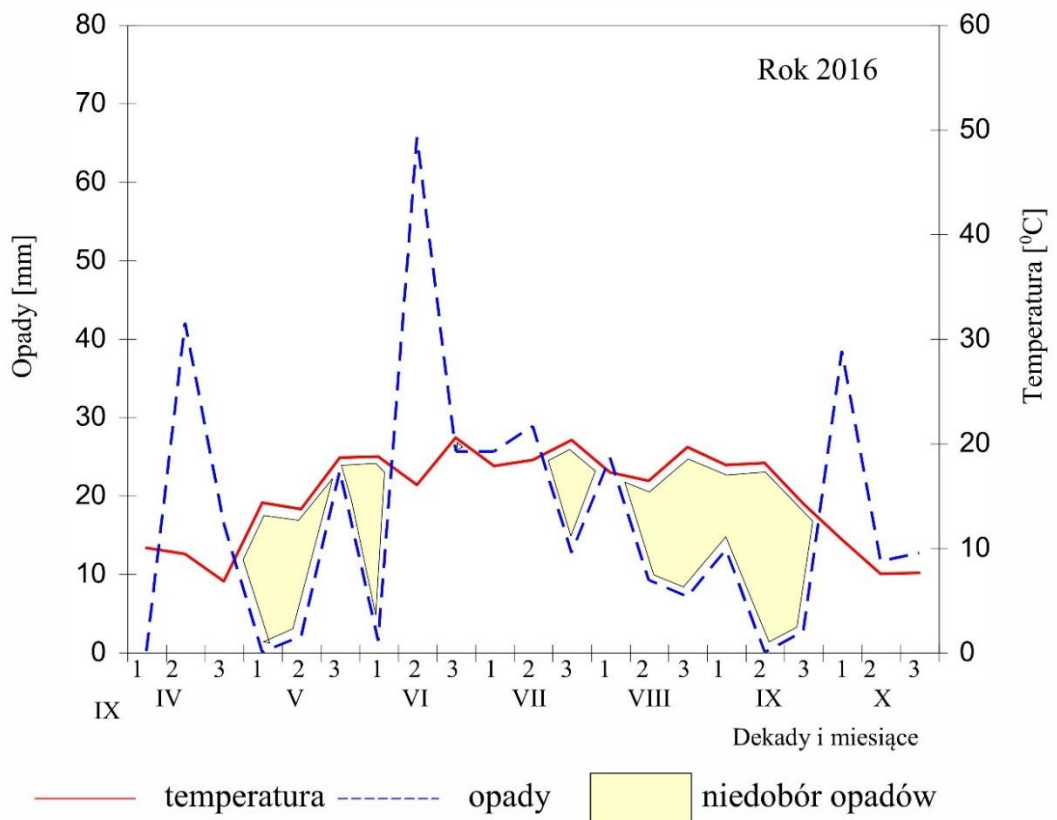
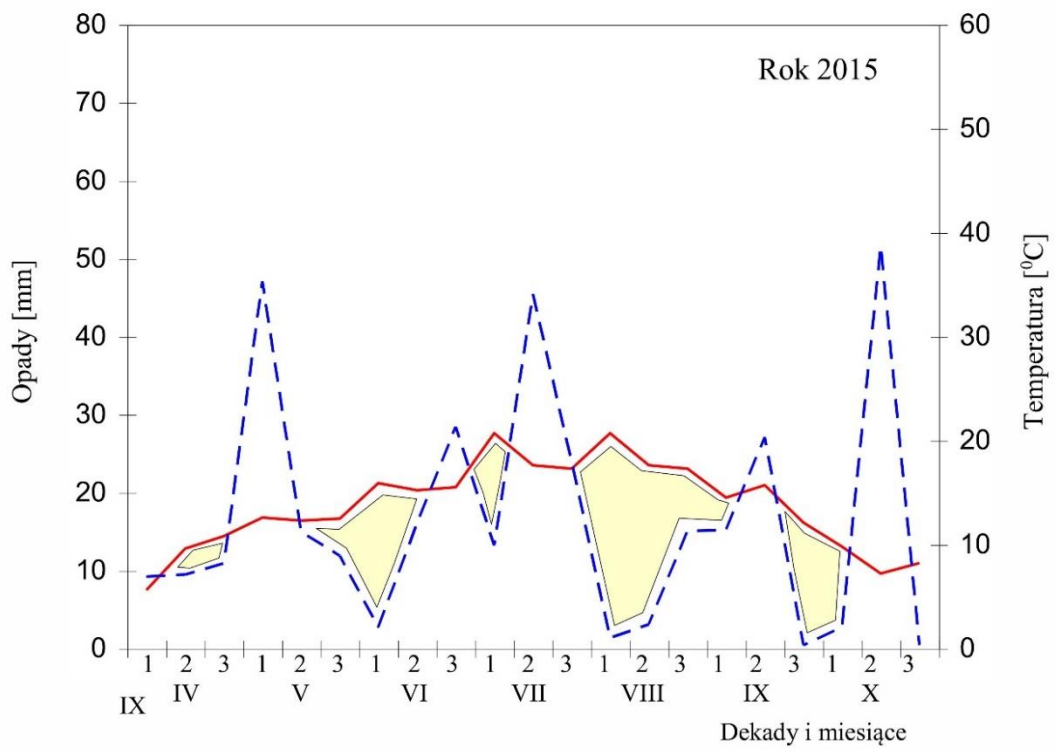
Lata	Miesiąc												Suma	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	IV- X	I-XII
Usłonecznienie [h]														
2013	48,9	56,9	92,3	136,2	337,4	294,7	286,6	168,6	124,3	96,7	37,9	33,4	1444,5	1713,9
Procent normy	127,3	94,2	84,8	82,8	144,7	136,0	127,7	77,8	91,4	100,1	87,5	112,1	112,1	109,2
2014	50,4	31,3	74,9	316,8	244,1	205,2	238,3	276,7	175	76,3	45,2	22,7	1532,4	1756,9
Procent normy	131,3	51,8	68,8	192,6	104,7	94,7	106,1	127,7	128,7	79,0	104,4	76,2	118,9	112,0
2015	27,6	34,5	82,1	213,9	115,5	301	334,7	151,5	144,7	119,9	10	14,5	1381,2	1549,9
Procent normy	71,9	57,1	75,4	130,0	49,5	138,9	149,1	69,9	106,4	124,1	23,1	48,7	107,2	98,8
2016	61,5	59,4	113,2	193,4	295,5	265,6	196,0	211,1	266,9	45,0	62,6	43,2	1473,5	1813,4
Procent normy	160,1	98,3	103,9	117,5	126,7	118,3	87,3	97,4	196,2	46,5	144,5	144,9	114,4	115,6
1968-2007	38,4	60,4	108,9	164,5	233,2	216,7	224,5	216,7	136	96,6	43,3	29,8	1288,4	1569,2

Tabela 4. Suma opadów [mm] w latach 2013 - 2016 na tle średnich wieloletnich dla Stacji Meteorologicznej w Szczecinie Dąbiu.

Lata	Miesiąc												Suma	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	IV- X	I-XII
Suma opadów [mm]														
2013	61,8	23,5	58,8	91,7	14,5	28,1	59,2	51,5	45,4	68,0	40,2	36,8	358,4	579,5
Procent normy	164,4	78,3	164,7	260,5	28,4	46,1	94,3	94,8	99,1	176,6	92,2	88,0	102,8	107,9
2014	12,6	43,4	53,1	10,3	70,5	64,8	79,5	81,6	21,3	107,6	59,1	25,8	435,6	629,6
Procent normy	33,5	144,7	148,7	29,3	138,0	106,4	126,6	150,3	46,5	279,5	135,6	61,7	125,0	117,2
2015	35,1	22,6	42,8	26,7	74,9	21,2	62,6	172,4	54,6	32,3	109,2	61,1	444,7	715,5
Procent normy	163,5	13,3	103,6	63,1	108,4	58,0	98,6	26,8	69,8	106,4	108,9	70,0	127,6	133,2
2016	28,1	40,8	27,9	43,9	18,9	69,5	50,3	30,8	11,8	47,0	27,3	66,0	272,2	462,3
Procent normy	74,7	136,0	78,1	124,7	36,9	114,1	80,0	56,7	25,8	122,0	62,6	157,8	78,1	86,0
1968-2007	37,6	30	35,7	35,2	51,1	60,9	62,8	54,3	45,8	38,5	43,6	41,8	348,6	537,3



Ryc. 6. Klimatogramy okresu wegetacyjnego (IV-X) w roku 2013 i 2014 według Waltera i Lietha, w modyfikacji Gregorczyka (1995), w układzie dekadowym.



Ryc. 7. Klimatogramy okresu wegetacyjnego (IV-X) w roku 2015 i 2016 według Waltera i Lietha, w modyfikacji Gregorczyka (1995), w układzie dekadowym.

3.8. Metody statystyczne

Uzyskane dane liczbowe poddano dwuczynnikowej analizie wariancji, w układzie bloków losowych. Pierwszym czynnikiem doświadczalnym była inokulacja preparatem mikoryzowym, drugim czynnikiem był rodzaj zastosowanego preparatu dolistnego (w doświadczeniu I – Silvit i InCa, w doświadczeniu II - antytranspirant Vapor Gard).

W celu określenia istotności różnic między średnimi i dla interakcji obliczono półprzedziały ufności Duncana, przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$ (Wójcik i Laudański 1989). Dla danych liczbowych dotyczących parametrów fizjologicznych (wymiany gazowej, zawartości barwników asymilacyjnych oraz parametrów fluorescencji chlorofilu) analizę wariancji wykonano osobno dla każdego terminu pomiaru. Obliczenia statystyczne wykonano za pomocą programu komputerowego Statistica 12.

4. Wyniki

4.1. Wyniki doświadczenia I którego celem było określenie wpływu zabiegu inokulacji grzybami mikoryzowymi oraz dolistnej aplikacji preparatów stymulujących zawierających krzem i wapń na wybrane cechy fizjologiczne, skład chemiczny liści i owoców oraz parametry biometryczne plonu winorośli odmiany Seyval Blanc

4.1.1. Parametry wymiany gazowej w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc

Pomiary parametrów wymiany gazowej badanej odmiany winorośli dokonano w trzech latach, badań w dwóch terminach, a wyniki zamieszczono w tabelach (5 – 9).

4.1.1.1. Natężenie asymilacji CO₂ (A)

Analizując wpływ inokulacji grzybami mikoryzowymi na natężenie asymilacji CO₂ w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc należy stwierdzić, że w I terminie pomiarów (w fazie przebarwiania owoców „verasion”) wpłynęła ona istotnie na ten parametr fizjologiczny tylko w roku 2015 (tab. 5). W II terminie pomiaru (faza dojrzałości owoców) stwierdzono korzystny wpływ zastosowanego zabiegu inokulacji grzybami

mikoryzowymi na natężenie asymilacji CO₂ w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc we wszystkich latach badań.

Biorąc pod uwagę drugi czynnik doświadczalny, czyli zastosowanie dokarmiania dolistnego preparatami zawierającymi Si oraz Ca, należy stwierdzić, że w I terminie pomiarów jedynie zastosowanie preparatu Silvit (Si) zwiększyło natężenie asymilacji CO₂ w liściach winorośli w roku 2015 i 2016 (tab.5). W roku 2014 w I terminie pomiarów największym natężeniem asymilacji CO₂ charakteryzowały się liście roślin kontrolnych. W II terminie dokarmianie krzemem wpłynęło na zwiększenie natężenie asymilacji CO₂ w liściach w roku 2016. W roku 2014 i 2015 nie stwierdzono wpływu zastosowanych preparatów.

W przypadku interakcji czynników doświadczalnych w I terminie pomiarów w 2014 roku stwierdzono istotne różnice pomiędzy kombinacją MF1K a kombinacjami MF0Si i MF1Si (tab. 5). W II terminie pomiarów wszystkie kombinacje zainokulowane grzybami mikoryzowymi wykazywały większe natężenie asymilacji CO₂ w liściach w stosunku do roślin u których nie zastosowano preparatu mikoryzowego. W roku 2015 w fazie przebarwiania owoców „verasion” największą różnicę w natężeniu asymilacji CO₂ zanotowano pomiędzy kombinacjami MF1Si a MF0K i MF0Ca, zaś w II terminie zanotowano podobna zależność jak w roku 2014. W roku 2016 w I terminie pomiarów największą różnicę zanotowano pomiędzy kombinacjami MF0Si a MF1K, zaś w terminie dojrzałości owoców stwierdzono największe natężenie asymilacji CO₂ w liściach roślin z kombinacji MF0Si.

Tabela 5. Wpływ czynników doświadczalnych na natężenie asymilacji CO₂ (A) w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc ($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
I Termin			
2014			
K	8,25* ± 2,97 ab	8,43 ± 1,20 b	8,34** ± 2,21 B
Si	6,98 ± 0,44 a	7,05 ± 0,39 a	7,01 ± 0,41 A
Ca	7,42 ± 0,31 ab	7,09 ± 0,82 ab	7,26 ± 0,63 A
Średnia	7,55 ± 1,76 A	7,52 ± 1,06 A	
2015			
K	7,33 ± 0,21 a	9,06 ± 0,48 b	8,20 ± 0,96 A
Si	11,41 ± 1,74 c	15,27 ± 1,23 d	13,34 ± 2,46 B
Ca	7,41 ± 0,79 b	10,56 ± 0,37 c	8,96 ± 3,78 A
Średnia	8,71 ± 3,54 A	11,63 ± 2,80 B	
2016			
K	17,43 ± 3,02 ab	15,74 ± 1,43 a	16,59 ± 2,48 A
Si	21,39 ± 2,72 d	19,65 ± 1,77 c	20,52 ± 2,43 B
Ca	16,41 ± 2,48 ab	17,91 ± 2,09 b	17,16 ± 2,38 A
Średnia	18,41 ± 3,46 A	17,77 ± 2,38 A	

Tabela 5. Wpływ czynników doświadczalnych na natężenie asymilacji CO₂ (A) w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc ($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) (cd.)

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
II Termin			
2014			
K	7,21 ± 1,41 a	10,71 ± 1,04 c	8,96 ± 2,16 A
Si	8,57 ± 0,90 b	10,08 ± 0,19 c	9,33 ± 1,00 A
Ca	8,99 ± 0,64 b	9,96 ± 0,54 c	9,48 ± 0,77 A
Średnia	8,26 ± 1,26 A	10,25 ± 0,74 B	
2015			
K	15,80 ± 2,64 bc	16,35 ± 1,08 bc	16,08 ± 1,99 A
Si	12,40 ± 1,22 a	18,01 ± 5,09 c	15,20 ± 4,62 A
Ca	14,92 ± 1,12 b	17,77 ± 1,93 c	16,35 ± 2,12 A
Średnia	14,37 ± 2,28 A	17,38 ± 3,20 B	
2016			
K	9,10 ± 0,78 b	10,35 ± 1,35 c	9,73 ± 1,27 B
Si	11,26 ± 0,80 d	10,57 ± 0,52 c	10,92 ± 0,75 C
Ca	7,30 ± 1,74 a	10,59 ± 1,09 c	8,95 ± 2,20 A
Średnia	9,22 ± 2,02 A	10,50 ± 1,04 B	

Objaśnienia: MF0 - bez mikoryzacji, MF1 – mikoryzacja, K – kontrola, Si – Silvit, Ca – InCa, I termin - faza przebarwiania się owoców, II termin – faza dojrzewania owoców,

* średnie dla interakcji czynników doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$,

** średnie dla czynników głównych doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

4.1.1.2. Intensywność transpiracji (E)

Zastosowanie preparatu mikoryzowego w uprawie winorośli odmiany Seyval Blanc wpłynęło na zwiększenie intensywności transpiracji w liściach w fazie przebarwiania owoców „verasion” (I termin pomiarów) jedynie w roku 2015, zaś w fazie dojrzałości owoców (II termin) w roku 2016 (tab. 6).

We wszystkich latach badań, w I terminie pomiarów, dokarmianie preparatem dolistnym Silvit (Si) spowodowało zwiększenie intensywności transpiracji w liściach winorośli. Podobną zależność w przypadku dokarmiania winorośli preparatem InCa zanotowano w roku 2014 i 2016. W fazie dojrzałości owoców (II termin pomiarów) zwiększenie intensywności transpiracji w liściach winorośli po zastosowaniu preparatu Silvit (Si) zanotowano w roku 2014 i 2016, zaś po zastosowaniu nawozu dolistnego InCa (Ca) tylko w roku 2014 (tab. 6). W drugim terminie pomiarów w roku 2015 największą intensywnością transpiracji charakteryzowały się liście roślin kontrolnych.

Analizując interakcję czynników doświadczalnych w fazie przebarwiania owoców, należy stwierdzić, że największe różnice w intensywności transpiracji w roku 2014 stwierdzono pomiędzy kombinacjami MF0Si oraz MF0K (tab. 6). W roku 2015 pomiędzy kombinacjami MF0Si oraz MF1Si, a MF0K i MF0Ca. W ostatnim roku badań (2016)

najmniejszą intensywnością transpiracji w tej fazie rozwojowej charakteryzowały się liście winorośli z kombinacji MF0K i MF1K. W fazie dojrzałości owoców (II termin pomiarów), w roku 2014 najniższą intensywność transpiracji wykazywały liście winorośli z kombinacji kontrolnych. W roku 2015 największe różnice zanotowano pomiędzy kombinacjami MF0K i MF1K, a MF0Si, MF0Ca i MF1Ca. W roku 2016 liście roślin winorośli odmiany Seyval Blanc z kombinacji MF1K., MF1Si, MF1Ca oraz MF0Si wykazywały większą intensywność transpiracji niż liście roślin z kombinacji MF0K i MF0Ca.

Tabela 6. Wpływ czynników doświadczalnych na intensywność transpiracji (E) w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc ($\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$).

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
I Termin			
2014			
K	1,27* ± 0,33 a	1,35 ± 0,27 ab	1,31** ± 0,30 A
Si	1,92 ± 0,32 c	1,62 ± 0,38 abc	1,77 ± 0,38 B
Ca	1,66 ± 0,47 bc	1,67 ± 0,43 bc	1,67 ± 0,44 B
Średnia	1,62 ± 0,46 A	1,55 ± 0,38 A	
2015			
K	1,00 ± 0,19 a	1,15 ± 0,17 ab	1,07 ± 0,19 A
Si	1,85 ± 0,57 c	1,99 ± 0,46 c	1,92 ± 0,51 B
Ca	1,03 ± 0,10 a	1,39 ± 0,30 b	1,21 ± 0,52 A
Średnia	1,29 ± 0,67 A	1,51 ± 0,48 B	
2016			
K	1,76 ± 0,40 a	1,77 ± 0,48 a	1,77 ± 0,44 A
Si	2,33 ± 0,77 b	2,38 ± 0,67 b	2,35 ± 0,71 B
Ca	2,77 ± 0,50 b	2,36 ± 0,58 b	2,56 ± 0,57 B
Średnia	2,28 ± 0,70 A	2,17 ± 0,64 A	
II Termin			
2014			
K	1,33 ± 0,35 a	1,60 ± 0,32 ab	1,46 ± 0,35 A
Si	2,16 ± 0,29 c	2,21 ± 0,13 c	2,18 ± 0,22 B
Ca	1,90 ± 0,67 bc	2,21 ± 0,18 c	2,05 ± 0,52 B
Średnia	1,80 ± 0,57 A	2,00 ± 0,37 A	
2015			
K	2,26 ± 0,42 b	2,23 ± 0,54 b	2,24 ± 0,47 B
Si	1,93 ± 0,15 a	1,97 ± 0,11 ab	1,95 ± 0,13 A
Ca	1,85 ± 0,23 a	1,92 ± 0,36 a	1,88 ± 0,30 A
Średnia	2,01 ± 0,33 A	2,04 ± 0,39 A	
2016			
K	1,19 ± 0,19 a	1,39 ± 0,37 b	1,29 ± 0,31 A
Si	1,38 ± 0,13 b	1,41 ± 0,14 b	1,39 ± 0,13 B
Ca	1,12 ± 0,25 a	1,31 ± 0,16 b	1,22 ± 0,23 A
Średnia	1,23 ± 0,22 A	1,37 ± 0,25 B	

Objaśnienia: MF0 - bez mikoryzacji, MF1 – mikoryzacja, K – kontrola, Si – Silvit, Ca – InCa, I termin - faza przebarwiania się owoców, II termin – faza dojrzewania owoców,

* średnie dla interakcji czynników doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$,

** średnie dla czynników głównych doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

4.1.1.3. Efektywność wykorzystania wody w fotosyntezie (WUE)

Zastosowanie inokulacji szczepionką mikoryzową wpłynęło na efektywność wykorzystania wody w fotosyntezie przez rośliny winorośli jedynie w fazie dojrzałości w roku 2015 (tab.7). Zastosowane dokarmianie dolistne spowodowało zmniejszenie efektywności wykorzystania wody w fotosyntezie w obu analizowanych fazach rozwoju winorośli w roku 2014. W pozostałych przypadkach nie stwierdzono wpływu zastosowanego dokarmiania dolistnego na badany parametr fizjologiczny.

Analizując wpływ interakcji czynników doświadczalnych na efektywność wykorzystania wody w fotosyntezie można stwierdzić, że największą wartością tego parametru w fazie wybarwiania owoców w 2014 roku charakteryzowały się liście z roślin z kombinacji MF0K i MF1K (tab.7). W roku 2015 nie stwierdzono interakcji badanych czynników na badana cechę. W roku 2016 największe różnice zanotowano pomiędzy kombinacjami MF0Ca, a MF0K i MF0Si. W terminie dojrzałości owoców, w roku 2014 największą efektywnością wykorzystania wody w fotosyntezie charakteryzowały się rośliny z kombinacji MF1K. W roku 2015 w tej samej fazie rozwojowej największe różnice zanotowano pomiędzy kombinacjami MF0K i MF0Si, a MF1Si i MF1Ca. W roku 2016 najmniejszą efektywnością wykorzystania wody w fotosyntezie charakteryzowały się rośliny z kombinacji MF0Ca.

Tabela 7. Wpływ czynników doświadczalnych na efektywność wykorzystania wody w fotosyntezie (WUE) liści winorośli odmiany Seyval Blanc ($\text{mmol} \cdot \text{mol}^{-1}$)

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
I Termin			
2014			
K	6,50* ± 2,67 b	5,98 ± 1,26 b	6,24** ± 2,05 B
Si	3,64 ± 0,67 a	4,35 ± 0,93 a	3,97 ± 0,90 A
Ca	4,47 ± 1,55 a	4,25 ± 0,87 a	4,35 ± 1,24 A
Średnia	4,66 ± 2,21 A	4,95 ± 1,36 A	
2015			
K	7,33 ± 1,27 a	7,88 ± 1,30 a	7,47 ± 1,28 A
Si	6,17 ± 2,44 a	7,67 ± 1,57 a	7,38 ± 2,10 A
Ca	7,19 ± 2,33 a	7,60 ± 2,25 a	7,62 ± 2,27 A
Średnia	7,17 ± 2,04 A	8,04 ± 1,70 A	
2016			
K	9,90 ± 1,75 c	8,89 ± 2,52 bc	9,39 ± 2,16 A
Si	9,18 ± 3,21 c	8,26 ± 3,08 bc	9,73 ± 3,69 A
Ca	5,92 ± 1,25 a	7,59 ± 1,71 ab	7,00 ± 1,75 A
Średnia	8,89 ± 3,34 A	8,80 ± 2,53 A	

Tabela 7. Wpływ czynników doświadczalnych na efektywność wykorzystania wody w fotosyntezie (WUE) liści winorośli odmiany Seyval Blanc ($\text{mmol} \cdot \text{mol}^{-1}$) (cd.)

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
II Termin			
2014			
K	5,42 ± 1,54 b	6,69 ± 1,93 c	6,06 ± 1,83 B
Si	3,97 ± 0,68 a	4,56 ± 0,28 ab	4,31 ± 0,58 A
Ca	4,73 ± 1,52 ab	4,51 ± 0,36 ab	4,87 ± 1,15 A
Średnia	4,96 ± 1,44 A	5,41 ± 1,64 A	
2015			
K	6,99 ± 2,38 a	7,33 ± 2,30 ab	7,16 ± 2,30 A
Si	6,42 ± 0,72 a	9,14 ± 2,92 b	7,84 ± 2,52 A
Ca	8,06 ± 1,06 ab	9,26 ± 1,88 b	8,84 ± 1,64 A
Średnia	7,33 ± 1,68 A	8,84 ± 2,45 B	
2016			
K	7,65 ± 1,13 b	7,45 ± 1,86 b	7,55 ± 1,53 A
Si	8,16 ± 1,16 b	7,50 ± 0,98 b	7,93 ± 1,11 A
Ca	6,52 ± 1,44 a	8,08 ± 1,38 b	7,43 ± 1,61 A
Średnia	7,56 ± 1,42 A	7,90 ± 1,46 A	

Objaśnienia: MF0 - bez mikoryzacji, MF1 – mikoryzacja, K – kontrola, Si – Silvit, Ca – InCa, I termin - faza przebarwiania się owoców, II termin – faza dojrzewania owoców,

*średnie dla interakcji czynników doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$,

** średnie dla czynników głównych doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

4.1.1.4. Przewodność szparkowa dla pary wodnej (g_s)

We wszystkich latach badań w fazie przebarwiania się owoców (I termin pomiarów) oraz w roku 2014 i 2015 w fazie dojrzewania owoców (II termin pomiarów) nie wykazano oddziaływania zabiegu mikoryzacji na przewodność szparkową dla pary wodnej winorośli odmiany Seyval Blanc (tab. 8). Jedynie w roku 2016, w II terminie pomiarów stwierdzono zwiększenie przewodności szparkowej dla pary wodnej w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc poddanej zabiegowi mikoryzacji.

Dolistne zastosowanie nawozu krzemowego Silvit przyczyniło się do zwiększenia wielkości omawianego parametru we wszystkich latach badań w I terminie pomiarów oraz w roku 2014 i 2016 w II terminie pomiarów (tab. 8). W przypadku nawozu wapniowego InCa (Ca) podobną zależność w fazie przebarwiania owoców zanotowano w roku 2016, natomiast w fazie dojrzałości owoców w roku 2014 i 2016. W fazie dojrzałości owoców w roku 2015 nie stwierdzono wpływu nawożenia dolistnego na omawiany parametr fizjologiczny.

Analizując wpływ interakcji czynników doświadczalnych należy stwierdzić, że w roku 2014 największe różnice zanotowano pomiędzy kombinacjami MF0Si (największa przewodność) a MF0K, MF1K, MF1Ca (najmniejsza przewodność) (tab. 8).

W roku 2015 największą przewodnością szparkową dla pary wodnej w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc charakteryzowały się liście z kombinacji MF0Si i MF1Si. Najmniejszą przewodnością szparkową dla pary wodnej w roku 2016 charakteryzowały się liście roślin z kombinacji kontrolnych MF0K i MF1K.

Tabela 8. Wpływ czynników doświadczalnych na przewodność szparkową dla pary wodnej (g_s) w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc ($mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$)

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
I Termin			
2014			
K	0,09* ± 0,02 a	0,09 ± 0,01 a	0,09** ± 0,02 A
Si	0,13 ± 0,02 c	0,12 ± 0,03 bc	0,12 ± 0,02 B
Ca	0,11 ± 0,03 ab	0,09 ± 0,02 a	0,10 ± 0,03 A
Średnia	0,11 ± 0,03 A	0,10 ± 0,02 A	
2015			
K	0,08 ± 0,02 a	0,07 ± 0,02 b	0,07 ± 0,02 A
Si	0,12 ± 0,05 c	0,13 ± 0,04 c	0,13 ± 0,04 B
Ca	0,04 ± 0,02 a	0,08 ± 0,02 b	0,06 ± 0,03 A
Średnia	0,08 ± 0,05 A	0,09 ± 0,04 A	
2016			
K	0,16 ± 0,01 a	0,17 ± 0,04 a	0,16 ± 0,03 A
Si	0,23 ± 0,11 b	0,24 ± 0,12 b	0,24 ± 0,12 B
Ca	0,30 ± 0,06 b	0,25 ± 0,11 b	0,27 ± 0,09 B
Średnia	0,23 ± 0,09 A	0,22 ± 0,10 A	
II Termin			
2014			
K	0,11 ± 0,01 a	0,12 ± 0,01 a	0,11 ± 0,01 A
Si	0,15 ± 0,03 cd	0,16 ± 0,01 d	0,15 ± 0,02 C
Ca	0,12 ± 0,02 ab	0,14 ± 0,01 bc	0,13 ± 0,02 B
Średnia	0,13 ± 0,03 A	0,14 ± 0,02 A	
2015			
K	0,22 ± 0,03 a	0,23 ± 0,04 a	0,23 ± 0,03 A
Si	0,23 ± 0,03 a	0,25 ± 0,04 a	0,24 ± 0,03 A
Ca	0,24 ± 0,04 a	0,24 ± 0,05 a	0,24 ± 0,05 A
Średnia	0,23 ± 0,03 A	0,24 ± 0,04 A	
2016			
K	0,12 ± 0,02 ab	0,16 ± 0,06 d	0,14 ± 0,05 B
Si	0,15 ± 0,02 cd	0,15 ± 0,02 cd	0,15 ± 0,02 B
Ca	0,11 ± 0,03 a	0,14 ± 0,02 bc	0,12 ± 0,03 A
Średnia	0,13 ± 0,03 A	0,15 ± 0,04 B	

Objaśnienia: MF0 - bez mikoryzacji, MF1 – mikoryzacja, K – kontrola, Si – Silvit, Ca – InCa, I termin - faza przebarwiania się owoców, II termin – faza dojrzewania owoców,

* średnie dla interakcji czynników doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$,

** średnie dla czynników głównych doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

4.1.1.5. Stężenie CO₂ w przestworach międzykomórkowych liści (c_i)

W fazie przebarwiania owoców (I termin badań) w roku 2014 i 2015 zastosowanie mikoryzy zmniejszyło stężenie CO₂ w przestworach międzykomórkowych liści winorośli

odmiany Seyval Blanc (tab. 9). Podobną zależność stwierdzono w fazie dojrzałości owoców (II termin badań) w roku 2014. W roku 2016 nie stwierdzono wpływu inokulacji mikoryzą na wybrany parametr fizjologiczny w obu fazach rozwojowych winorośli.

W pierwszym terminie pomiarów zanotowano wpływ dokarmiania dolistnego na stężenie CO₂ w przestworach międzykomórkowych liści winorośli odmiany Seyval Blanc (tab.9). Zwiększenie wielkości badanego parametru w 2014 roku nastąpiło po zastosowaniu dokarmiania preparatem Silvit (Si) i InCa (Ca), w roku 2015 pod wpływem nawozu krzemowego, a w 2016 pod wpływem nawozu wapniowego. Podobną zależność jak w I terminie stwierdzono w fazie dojrzałości owoców w 2014 roku, gdzie dokarmianie nawozami Silvit (Si) jak i InCa (Ca) wpłynęło na zwiększenie omawianego parametru fizjologicznego (tab. 9). W 2015 roku, podobnie jak w fazie wybarwiania owoców, zastosowanie nawozu dolistnego Silvit zwiększyło stężenie CO₂ w przestworach międzykomórkowych liści winorośli odmiany Seyval Blanc. W fazie dojrzałości owoców w roku 2016 nie stwierdzono wpływu dokarmiania dolistnego na omawiany parametr fizjologiczny.

Rozpatrując współdziałanie czynników doświadczalnych należy zwrócić uwagę, że w fazie wybarwiania owoców (I termin pomiarów) największe różnice w roku 2014 zanotowano pomiędzy kombinacjami MF1K i MF0Ca, w roku 2015 pomiędzy kombinacjami MF1K, a MF0Si, a w roku 2016 pomiędzy kombinacjami MF0K, MF0Si, MF1K i MF1Si, a MF0Ca i (tab. 9). W II terminie pomiarów największe różnice w wielkości omawianego parametru stwierdzono w 2014 roku pomiędzy kombinacjami MF1K i MF1Si, a MF1Ca. W roku 2015 pomiędzy MF1Si, a pozostałymi kombinacjami badawczymi, natomiast w 2016 pomiędzy MF0Si i MF1Ca, a MF0Ca.

Tabela 9. Wpływ czynników doświadczalnych na stężenie CO₂ w przestworach międzykomórkowych (c_i) liści winorośli odmiany Seyval Blanc (μmol · mol⁻¹)

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
I Termin			
2014			
K	309* ± 34,0 cd	224 ± 29,5 a	266** ± 53,6 A
Si	304 ± 17,4 c	319 ± 10,2 cd	311 ± 15,8 B
Ca	327 ± 10,9 d	281 ± 27,2 b	304 ± 31,2 B
Średnia	313 ± 24,3 B	274 ± 45,9 A	
2015			
K	199 ± 52,4 ab	158 ± 25,8 a	178 ± 45,3 A
Si	241 ± 53,9 b	196 ± 46,0 ab	219 ± 53,9 B
Ca	206 ± 72,4 ab	193 ± 39,0 ab	200 ± 57,0 AB
Średnia	216 ± 61,0 B	183 ± 40,7 A	

Tabela 9. Wpływ czynników doświadczalnych na stężenie CO₂ w przestworach międzykomórkowych (c_i) liści winorośli odmiany Seyval Blanc (μmol · mol⁻¹) (cd.)

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
I Termin			
2016			
K	215 ± 26,8 a	232 ± 35,8 a	223 ± 32,2 A
Si	236 ± 77,1 a	220 ± 68,3 a	228 ± 72,0 A
Ca	287 ± 18,9 b	252 ± 50,5 ab	270 ± 41,5 B
Średnia	246 ± 56,4 A	235 ± 53,7 A	
II Termin			
2014			
K	313 ± 14,91 bc	247 ± 16,12 a	280 ± 37,26 A
Si	305 ± 6,47 b	327 ± 9,08 c	316 ± 13,69 B
Ca	326 ± 23,80 c	310 ± 11,79 b	318 ± 20,35 B
Średnia	315 ± 18,34 B	294 ± 37,53 A	
2015			
K	360 ± 70,3 a	329 ± 60,9 a	345 ± 66,2 A
Si	349 ± 21,3 a	600 ± 301,8 b	474 ± 245,3 B
Ca	353 ± 14,1 a	388 ± 186,5 a	371 ± 130,6 A
Średnia	354 ± 42,2 A	439 ± 233,6 B	
2016			
K	283 ± 18,3 ab	284 ± 36,1 ab	283 ± 28,5 A
Si	277 ± 23,1 a	294 ± 18,2 bc	285 ± 22,2 A
Ca	299 ± 27,0 c	278 ± 27,1 a	289 ± 28,9 A
Średnia	286 ± 24,8 A	285 ± 28,5 A	

Objaśnienia: MF0 - bez mikoryzacji, MF1 – mikoryzacja, K – kontrola, Si – Silvit, Ca – InCa, I termin - faza przebarwiania się owoców, II termin – faza dojrzewania owoców,

*średnie dla interakcji czynników doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności α=0,05,

** średnie dla czynników głównych doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności α=0,05.

4.1.2. Zawartość barwników asymilacyjnych w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc

4.1.2.1. Zawartość chlorofilu „a”

W przeprowadzonych badaniach stwierdzono korzystny wpływ zastosowanego preparatu mikoryzowego na zawartość chlorofilu „a” w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc. W terminie wybarwiania owoców (I termin pomiarów) w roku 2014 i 2015 oraz terminie dojrzałości owoców (II termin pomiarów) we wszystkich latach badań (tab. 10). Zastosowane dokarmianie dolistne preparatem zawierającym krzem (Silvit) i wapń (InCa) wpłynęło na zwiększenie zawartości chlorofilu „a” w liściach winorośli jedynie w fazie dojrzałości owoców w 2014 roku.

W przypadku interakcji czynników doświadczalnych w I terminie pomiaru w roku 2014 największe różnice zanotowano pomiędzy kombinacjami MF0Si i MF1Si, w roku 2015 pomiędzy kombinacjami MF0K i MF0Ca, a MF1Si i MF1Ca, zaś w 2016 roku

pomiędzy kombinacjami MF0Si i MF1K, a MF0K i MF1Si (tab. 10). W II terminie pomiaru, w roku 2014 największą zawartością chlorofilu „a” charakteryzowały się liście z kombinacji MF1Ca, w roku 2015 z kombinacji MF0Si, MF1K, MF1Si i MF1Ca, zaś w roku 2016 z kombinacji MF1Si oraz MF1Ca.

Tabela 10. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość chlorofilu „a” w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc (mg · g⁻¹ św.m.)

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
I Termin			
2014			
K	1,60* ± 0,01 b	1,70 ± 0,06 c	1,65** ± 0,06 A
Si	1,40 ± 0,02 a	1,88 ± 0,09 d	1,64 ± 0,27 A
Ca	1,61 ± 0,03 b	1,71 ± 0,01 c	1,66 ± 0,06 A
Średnia	1,54 ± 0,11 A	1,77 ± 0,10 B	
2015			
K	1,23 ± 0,01 a	1,60 ± 0,07 c	1,42 ± 0,21 A
Si	1,39 ± 0,07 b	1,74 ± 0,05 d	1,57 ± 0,20 A
Ca	1,22 ± 0,01 a	1,78 ± 0,07 d	1,50 ± 0,31 A
Średnia	1,28 ± 0,09 A	1,71 ± 0,10 B	
2016			
K	1,59 ± 0,06 cd	1,24 ± 0,04 a	1,42 ± 0,20 A
Si	1,26 ± 0,06 a	1,65 ± 0,06 d	1,46 ± 0,22 A
Ca	1,42 ± 0,13 b	1,50 ± 0,08 bc	1,46 ± 0,10 A
Średnia	1,43 ± 0,16 A	1,46 ± 0,19 A	
II Termin			
2014			
K	1,61 ± 0,01 a	1,63 ± 0,04 a	1,62 ± 0,03 A
Si	1,61 ± 0,01 a	1,72 ± 0,05 bc	1,67 ± 0,16 AB
Ca	1,65 ± 0,04 ab	1,77 ± 0,08 c	1,71 ± 0,06 B
Średnia	1,62 ± 0,03 A	1,71 ± 0,08 B	
2015			
K	1,35 ± 0,04 a	1,58 ± 0,15 b	1,47 ± 0,16 A
Si	1,66 ± 0,02 b	1,58 ± 0,08 b	1,62 ± 0,06 A
Ca	1,32 ± 0,06 a	1,63 ± 0,02 b	1,48 ± 0,18 A
Średnia	1,44 ± 0,05 A	1,60 ± 0,09 B	
2016			
K	1,41 ± 0,23 bc	1,22 ± 0,12 b	1,31 ± 0,19 A
Si	0,73 ± 0,07 a	1,59 ± 0,04 c	1,16 ± 0,48 A
Ca	1,21 ± 0,20 b	1,61 ± 0,25 c	1,41 ± 0,30 A
Średnia	1,11 ± 0,35 A	1,47 ± 0,24 B	

Objaśnienia: MF0 - bez mikoryzacji, MF1 – mikoryzacja, K – kontrola, Si – Silvit, Ca – InCa, I termin - faza przebarwiania się owoców, II termin – faza dojrzewania owoców,

*średnie dla interakcji czynników doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$,

** średnie dla czynników głównych doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

4.1.2.2. Zawartość chlorofilu „b”

W przeprowadzonych badaniach, w fazie przebarwiania owoców (I termin pomiarów) nie stwierdzono wpływu szczepionki mikoryzowej na zawartość chlorofilu „b” w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc (tab.11). W fazie dojrzałości (II terminie

pomiarów) wpływ inokulacji szczepionka mikoryzową na zwiększenie zawartości chlorofilu „b” w liściach stwierdzono tylko w 2015 roku. W I terminie pomiarów jedynie zastosowanie dokarmiania nawozem Silvit w roku 2014 i 2016 wpłynęło na zwiększenie ilości chlorofilu „b” w liściach odmiany winorośli Seyval Blanc. Zależności takiej nie stwierdzono w fazie dojrzałości owoców.

Rozpatrując wpływ interakcji czynników doświadczalnych na zawartość chlorofilu „b” należy stwierdzić, że był on zróżnicowany w poszczególnych terminach i latach badań (tab. 11). W I terminie pomiarów w roku 2014 największą zawartością chlorofilu „b” charakteryzowały się liście roślin z kombinacji MF1Si, w roku 2015 z kombinacji MF1K, natomiast w roku 2016 z kombinacji MF0Si oraz MF1Si. W fazie dojrzałości owoców w roku 2014 największe różnice zawartości chlorofilu b stwierdzono pomiędzy kombinacjami MF0Ca, a MF0Si. W roku 2015 najwięcej chlorofilu „b” stwierdzono w liściach roślin winorośli rosnących w kombinacjach MF0Si, MF1K, MF1Si oraz MF1Ca. W ostatnim roku badań największą zawartość chlorofilu „b” charakteryzowały się liście roślin rosnących w kombinacji MF1Ca, nadmienić jednak należy, że pomiędzy kombinacjami MF1Ca, a MF1Si stwierdzone różnice nie były statystycznie istotne.

Tabela 11. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość chlorofilu „b” w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc (mg · g⁻¹ św.m.)

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
I Termin			
2014			
K	0,71* ± 0,01 b	0,61 ± 0,01 a	0,66** ± 0,05 A
Si	0,70 ± 0,01 b	0,84 ± 0,05 c	0,77 ± 0,08 B
Ca	0,61 ± 0,01 a	0,74 ± 0,06 b	0,67 ± 0,08 A
Średnia	0,67 ± 0,05 A	0,73 ± 0,11 A	
2015			
K	0,60 ± 0,005 a	0,88 ± 0,02 d	0,74 ± 0,15 A
Si	0,76 ± 0,04 c	0,64 ± 0,04 a	0,70 ± 0,07 A
Ca	0,60 ± 0,01 a	0,71 ± 0,003 b	0,66 ± 0,06 A
Średnia	0,66 ± 0,08 A	0,74 ± 0,11 A	
2016			
K	0,62 ± 0,01 b	0,54 ± 0,04 a	0,58 ± 0,05 A
Si	0,70 ± 0,02 c	0,71 ± 0,01 c	0,70 ± 0,02 B
Ca	0,56 ± 0,01 a	0,64 ± 0,04 b	0,60 ± 0,05 A
Średnia	0,63 ± 0,06 A	0,63 ± 0,08 A	
II Termin			
2014			
K	0,68 ± 0,04 cd	0,60 ± 0,04 ab	0,64 ± 0,06 A
Si	0,72 ± 0,05 de	0,63 ± 0,03 bc	0,68 ± 0,08 A
Ca	0,54 ± 0,06 a	0,79 ± 0,03 e	0,67 ± 0,08 A
Średnia	0,65 ± 0,09 A	0,67 ± 0,09 A	

Tabela 11. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość chlorofilu „b” w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ św.m.) (cd.)

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
II Termin			
2015			
K	0,56 ± 0,05 a	0,68 b ± 0,06	0,62 ± 0,08 A
Si	0,64 ± 0,04 b	0,65 b ± 0,05	0,64 ± 0,04 A
Ca	0,52 ± 0,04 a	0,66 b ± 0,03	0,59 ± 0,08 A
Średnia	0,57 ± 0,03 A	0,66 ± 0,04 B	
2016			
K	0,61 ± 0,09 a	0,53 ± 0,12 a	0,57 ± 0,08 A
Si	0,51 ± 0,07 a	0,70 ± 0,01 ab	0,60 ± 0,11 A
Ca	0,55 ± 0,09 a	0,89 ± 0,28 b	0,72 ± 0,26 A
Średnia	0,56 ± 0,08 A	0,71 ± 0,21 A	

Objaśnienia: MF0 - kontrola bez mikoryzacji, MF1 – mikoryzacja, K – kontrola, Si – Silvit, Ca – InCa, I termin - faza przebarwiania się owoców, II termin – faza dojrzewania owoców,

* średnie dla interakcji czynników doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$,

** średnie dla czynników głównych doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

4.1.2.3. Zawartość chlorofilu całkowitego

Wpływ zastosowanej szczepionki mikoryzowej na zwiększenie ilości chlorofilu całkowitego w liściach badanej odmiany winorośli, w terminie przebarwiania się owoców, stwierdzono w roku 2014 i 2015. W fazie dojrzałości podobną zależność wykazano w roku 2015 i 2016 (tab. 12).

W przeprowadzonym doświadczeniu nie stwierdzono wpływu zastosowanych preparatów dolistnych na zawartość chlorofilu całkowitego w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc (tab. 12).

Rozpatrując wpływ interakcji czynników doświadczenia na zawartość chlorofilu całkowitego w liściach winorośli należy stwierdzić, że w pierwszym terminie pomiarów największa jego ilość w roku 2014 charakteryzowały się liście z kombinacji MF1Si, w roku 2015 wszystkie kombinacje inokulowane szczepionką mikoryzową, a w roku 2016 kombinacje MF0K i MF1Si (tab. 12). W II terminie pomiarów w roku 2014 najwięcej chlorofilu całkowitego stwierdzono w liściach z roślin z kombinacji MF1Ca, w 2015 z kombinacji mikoryzowanych oraz z kombinacji MF0Si, zaś w roku 2016 z kombinacji MF1Si oraz MF1Ca.

Tabela 12. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość chlorofilu całkowitego w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc (mg · g⁻¹ św.m.).

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
I Termin			
2014			
K	2,32* ± 0,004 b	2,31 ± 0,06 b	2,32** ± 0,04 A
Si	2,10 ± 0,01 a	2,73 ± 0,11 d	2,41 ± 0,35 A
Ca	2,22 ± 0,04 b	2,45 ± 0,06 c	2,33 ± 0,14 A
Średnia	2,21 ± 0,10 A	2,50 ± 0,19 B	
2015			
K	1,84 ± 0,02 a	2,48 ± 0,05 c	2,16 ± 0,36 A
Si	2,15 ± 0,11 b	2,39 ± 0,01 c	2,27 ± 0,15 A
Ca	1,82 ± 0,001 a	2,49 ± 0,06 c	2,15 ± 0,37 A
Średnia	1,93 ± 0,17 A	2,45 ± 0,06 B	
2016			
K	2,21 ± 0,07 de	1,78 ± 0,08 a	2,00 ± 0,24 A
Si	1,96 ± 0,08 b	2,36 ± 0,07 e	2,16 ± 0,23 A
Ca	1,98 ± 0,13 bc	2,14 ± 0,12 cd	2,06 ± 0,14 A
Średnia	2,05 ± 0,15 A	2,09 ± 0,26 A	
II Termin			
2014			
K	2,29 ± 0,03 ab	2,22 ± 0,06 ab	2,26 ± 0,05 A
Si	2,33 ± 0,06 ab	2,36 ± 0,08 b	2,35 ± 0,10 A
Ca	2,20 ± 0,10 a	2,56 ± 0,10 c	2,38 ± 0,14 A
Średnia	2,27 ± 0,09 A	2,38 ± 0,16 A	
2015			
K	1,91 ± 0,09 a	2,26 ± 0,20 b	2,08 ± 0,24 A
Si	2,30 ± 0,06 b	2,23 ± 0,12 b	2,26 ± 0,09 A
Ca	1,84 ± 0,10 a	2,29 ± 0,05 b	2,06 ± 0,26 A
Średnia	2,01 ± 0,07 A	2,26 ± 0,12 B	
2016			
K	2,02 ± 0,31 bc	1,75 ± 0,17 b	1,89 ± 0,27 A
Si	1,24 ± 0,21 a	2,29 ± 0,05 cd	1,76 ± 0,59 A
Ca	1,76 ± 0,29 b	2,50 ± 0,15 d	2,13 ± 0,46 A
Średnia	1,67 ± 0,42 A	2,18 ± 0,36 B	

Objaśnienia: MF0 - kontrola bez mikoryzacji, MF1 – mikoryzacja, K – kontrola, Si – Silvit, Ca – InCa, I termin - faza przebarwiania się owoców, II termin – faza dojrzewania owoców,

* średnie dla interakcji czynników doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$,

** średnie dla czynników głównych doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

4.1.2.4. Zawartość karotenoidów

Analizując wpływ zastosowanej inokulacji grzybami mikoryzowymi na zawartość karotenoidów w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc należy stwierdzić, że w I terminie pomiarów (w fazie przebarwiania owoców „verasion”) wpłynęła ona na zwiększenie ich ilości w roku 2014 i 2015 (tab.13). W II terminie pomiarów (faza dojrzałości owoców) stwierdzono korzystny wpływ zastosowanego zabiegu mikoryzacji na zawartość karotenoidów w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc w roku 2014

i 2016. W roku 2015 większą zawartością tego barwnika charakteryzowały się liście winorośli niepoddanych zabiegowi mikoryzacji.

W pierwszym terminie w roku 2015 jedynie zastosowanie dokarmiania preparatem Silvit wpłynęło na zwiększenie ilości karotenoidów w liściach badanej odmiany. W terminie dojrzałości owoców w tym samym roku na zwiększenie zawartości karotenoidów w liściach wpłynęło dokarmianie preparatem Silvit oraz InCa (tab. 13).

Rozpatrując współdziałanie czynników głównych na zawartość karotenoidów w liściach należy zwrócić uwagę, że w terminie przebarwiania owoców największą ich ilość w 2014 roku stwierdzono w roślinach z kombinacji mikoryzowanych, w 2015 roku z kombinacji MF01Si, a w 2016 z kombinacji MF1Si oraz MF10K (tab. 13). W fazie dojrzałości owoców w roku 2014 największą zawartość karotenoidów wykazywały liście winorośli z kombinacji w których zastosowano szczepionkę mikoryzową. W roku 2015 najmniej karotenoidów stwierdzono w liściach roślin z kombinacji MF1Ca. W ostatnim roku badań największą różnicę zawartości tego barwnika asymilacyjnego stwierdzono pomiędzy kombinacjami MF0Si, a MF1Ca.

Tabela 13. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość karotenoidów w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ św.m.)

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
I Termin			
2014			
K	0,82* ± 0,04 ab	0,89 ± 0,04 c	0,85** ± 0,05 A
Si	0,76 ± 0,05 a	0,93 ± 0,02 c	0,84 ± 0,10 A
Ca	0,81 ± 0,02 a	0,88 ± 0,03 bc	0,84 ± 0,05 A
Średnia	0,80 ± 0,04 A	0,90 ± 0,03 B	
2015			
K	0,64 ± 0,03 a	0,79 ± 0,02 d	0,71 ± 0,09 A
Si	0,76 ± 0,05 cd	0,86 ± 0,01 e	0,81 ± 0,06 B
Ca	0,72 ± 0,01 bc	0,68 ± 0,02 ab	0,70 ± 0,03 A
Średnia	0,71 ± 0,06 A	0,78 ± 0,08 B	
2016			
K	0,96 ± 0,03 cd	0,74 ± 0,06 a	0,85 ± 0,13 A
Si	0,75 ± 0,04 a	1,00 ± 0,01 d	0,87 ± 0,14 A
Ca	0,84 ± 0,07 b	0,88 ± 0,05 bc	0,86 ± 0,06 A
Średnia	0,85 ± 0,10 A	0,87 ± 0,12 A	
II Termin			
2014			
K	0,71 ± 0,01 a	0,92 ± 0,06 bc	0,81 ± 0,12 A
Si	0,77 ± 0,05 a	0,86 ± 0,02 b	0,82 ± 0,09 A
Ca	0,76 ± 0,03 a	0,95 ± 0,06 c	0,86 ± 0,05 A
Średnia	0,75 ± 0,04 A	0,91 ± 0,06 B	
2015			
K	0,83 ± 0,05 b	0,74 ± 0,09 b	0,78 ± 0,08 B
Si	0,83 ± 0,001 b	0,75 ± 0,06 b	0,79 ± 0,06 B
Ca	0,73 ± 0,03 b	0,63 ± 0,05 a	0,68 ± 0,07 A
Średnia	0,80 ± 0,05 B	0,71 ± 0,08 A	

Tabela 13. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość karotenoidów w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ św.m.) (cd)

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
II Termin			
2016			
K	$0,71 \pm 0,32$ ab	$0,75 \pm 0,07$ abc	$0,73 \pm 0,21$ A
Si	$0,49 \pm 0,06$ a	$0,94 \pm 0,03$ bc	$0,71 \pm 0,25$ A
Ca	$0,75 \pm 0,09$ abc	$1,01 \pm 0,12$ c	$0,88 \pm 0,17$ A
Średnia	$0,65 \pm 0,21$ A	$0,90 \pm 0,13$ B	

Objaśnienia: MF0 - bez mikoryzacji, MF1 - mikoryzacja, K - kontrola, Si - Silvit, Ca - InCa, I termin - faza przebarwiania się owoców, II termin - faza dojrzewania owoców,

* średnie dla interakcji czynników doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$,

** średnie dla czynników głównych doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

4.1.3. Parametry fluorescencji chlorofilu w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc

4.1.3.1. Maksymalna, potencjalna efektywność reakcji fotochemicznej w PS II w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc (F_v/F_M)

W przeprowadzonych badaniach, zastosowanie szczepionki mikoryzowej wpłynęło na zwiększenie potencjalnej reakcji fotochemicznej w PS II jedynie pierwszym roku badań (zarówno w fazie przebarwiania, jak i dojrzewania owoców) (tab. 14). Zastosowane dokarmianie dolistne wpłynęło na zwiększenie omawianego parametru, jedynie w roku 2016, w I terminie pomiaru.

Analizując wpływ współdziałania zabiegu mikoryzacji z zastosowanym dokarmianiem dolistnym na omawiany parametr, należy zwrócić uwagę, że w pierwszym terminie pomiaru, w roku 2014, największe różnice stwierdzono pomiędzy kombinacjami MF0K i MF0Ca, a MF1Si (tab. 14). W roku 2015 nie stwierdzono różnic pomiędzy średnimi. W roku 2016 największe różnice zanotowano pomiędzy kombinacjami mikoryzowanymi i dokarmianymi dolistnie, a kombinacją kontrolną roślin inokulowanych szczepionką mikoryzową. W drugim terminie pomiarów, w roku 2014, większą potencjalną reakcją fotochemiczną w PS II charakteryzowały się rośliny z kombinacji MF1Si, niż rośliny z kombinacji MF0K i MF0Ca. W roku 2015 największe różnice stwierdzono pomiędzy kombinacjami MF1Si, a MF0K i MF1K, zaś w 2016 pomiędzy MF0K i MF0Si.

Tabela 14. Wpływ czynników doświadczalnych na maksymalną, potencjalną efektywność reakcji fotochemicznej w PS II (F_v/F_m) w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
I Termin			
2014			
K	0,81* ± 0,01 a	0,83 ± 0,01 bc	0,82** ± 0,02 A
Si	0,82 ± 0,01 ab	0,84 ± 0,01 c	0,83 ± 0,01 A
Ca	0,81 ± 0,02 a	0,83 ± 0,01 bc	0,82 ± 0,02 A
Średnia	0,81 ± 0,01 A	0,84 ± 0,01 B	
2015			
K	0,82 ± 0,05 a	0,77 ± 0,13 a	0,80 ± 0,10 A
Si	0,82 ± 0,02 a	0,82 ± 0,01 a	0,82 ± 0,02 A
Ca	0,79 ± 0,07 a	0,83 ± 0,01 a	0,81 ± 0,05 A
Średnia	0,81 ± 0,05 A	0,81 ± 0,08 A	
2016			
K	0,79 ± 0,02 ab	0,78 ± 0,02 a	0,79 ± 0,02 A
Si	0,80 ± 0,02 abc	0,81 ± 0,01 c	0,80 ± 0,01 B
Ca	0,81 ± 0,02 bc	0,81 ± 0,01 c	0,81 ± 0,01 B
Średnia	0,80 ± 0,02 A	0,80 ± 0,02 A	
II Termin			
2014			
K	0,81 ± 0,02 a	0,83 ± 0,01 ab	0,82 ± 0,02 A
Si	0,82 ± 0,001 ab	0,83 ± 0,01 b	0,83 ± 0,01 A
Ca	0,81 ± 0,004 a	0,83 ± 0,001 ab	0,82 ± 0,01 A
Średnia	0,82 ± 0,01 A	0,83 ± 0,01 B	
2015			
K	0,76 ± 0,03 a	0,76 ± 0,04 a	0,76 ± 0,03 A
Si	0,78 ± 0,03 ab	0,79 ± 0,01 b	0,78 ± 0,02 A
Ca	0,79 ± 0,02 b	0,78 ± 0,01 ab	0,78 ± 0,02 A
Średnia	0,77 ± 0,03 A	0,78 ± 0,03 A	
2016			
K	0,80 ± 0,05 b	0,79 ± 0,03 ab	0,79 ± 0,04 A
Si	0,75 ± 0,07 a	0,79 ± 0,03 ab	0,77 ± 0,06 A
Ca	0,79 ± 0,02 ab	0,77 ± 0,02 ab	0,78 ± 0,02 A
Średnia	0,78 ± 0,05 A	0,78 ± 0,03 A	

Objaśnienia: MF0 - bez mikoryzacji, MF1 - mikoryzacja, K - kontrola, Si - Silvit, Ca - InCa, I termin - faza przebarwiania się owoców, II termin - faza dojrzewania owoców,

* średnie dla interakcji czynników doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$,

** średnie dla czynników głównych doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

4.1.3.2. Czas wzrostu fluorescencji chlorofilu od początku pomiaru do osiągnięcia maksimum w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc (T_{FM})

W przeprowadzonych badaniach nie stwierdzono wpływu zastosowanej szczepionki mikoryzowej na czas wzrostu fluorescencji chlorofilu od początku pomiaru do osiągnięcia maksimum (T_{FM}) (tab. 15). W przypadku drugiego czynnika doświadczalnego, dokarmiania dolistnego, jego wpływ T_{FM} zaobserwowano jedynie

w roku 2014. W pierwszym terminie pomiaru na zwiększenie T_{FM} wpłynęło dokarmianie dolistne preparatami Silvit i InCa, w drugim terminie, zastosowanie preparatu Silvit.

Analizując interakcję czynników doświadczalnych w I terminie pomiaru należy zwrócić uwagę, że w roku 2014, najmniejszą wartość tego parametru stwierdzono w kombinacjach kontrolnych, zarówno roślin niemikoryzowanych, jak i mikoryzowanych (MF0K i MF1K) (tab. 15). W latach 2015 i 2016 stwierdzone różnice pomiędzy średnimi nie były statystycznie istotne. W II terminie pomiarów, w roku 2014, największe różnice w wielkości parametru na zwiększenie TFM stwierdzono pomiędzy kombinacjami MF1Si, MF0K. W pozostałych latach badań nie stwierdzono różnic istotnych pomiędzy średnimi.

Tabela 15. Wpływ czynników doświadczalnych na czas wzrostu fluorescencji chlorofilu (T_{FM}) od początku pomiaru do osiągnięcia maksimum w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
I Termin			
2014			
K	290* ± 17,3 a	297 ± 5,77 a	293** ± 12,1 A
Si	373 ± 25,2 bc	400 ± 10,0 c	388 ± 22,5 B
Ca	383 ± 15,3 c	343 ± 20,8 b	363 ± 27,3 B
Średnia	349 ± 47,6 A	347 ± 46,4 A	
2015			
K	281 ± 31,4 a	267 ± 89,7 a	274 ± 65,6 A
Si	352 ± 143,3 a	324 ± 76,3 a	338 ± 112,3 A
Ca	312 ± 110,5 a	359 ± 117,6 a	336 ± 113,3 A
Średnia	315 ± 106,1 A	317 ± 100,2 A	
2016			
K	257 ± 44,8 a	273 ± 55,5 a	269 ± 49,1 A
Si	273 ± 23,5 a	323 ± 143,0 a	298 ± 102,7 A
Ca	287 ± 50,5 a	284 ± 17,4 a	286 ± 36,7 A
Średnia	275 ± 40,6 A	294 ± 88,4 A	
II Termin			
2014			
K	280 ± 37,9 a	325 ± 25,0 ab	303 ± 30,4 A
Si	345 ± 55,0 ab	400 ± 100,0 b	373 ± 78,2 B
Ca	350 ± 50,0 ab	350 ± 50,0 ab	350 ± 44,7 A
Średnia	325 ± 46,5 A	358 ± 66,1 A	
2015			
K	543 ± 126 a	478 ± 130 a	511 ± 129 A
Si	521 ± 100 a	533 ± 112 a	527 ± 103 A
Ca	488 ± 147 a	454 ± 115 a	471 ± 129 A
Średnia	517 ± 123 A	489 ± 119 A	

Tabela 15. Wpływ czynników doświadczalnych na czas wzrostu fluorescencji chlorofilu (T_{FM}) od początku pomiaru do osiągnięcia maksimum w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc (cd)

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
II Termin			
2016			
K	281 ± 21,5 a	312 ± 148,6 a	297 ± 104,2 A
Si	272 ± 23,3 a	304 ± 91,4 a	288 ± 66,8 A
Ca	273 ± 20,6 a	294 ± 41,0 a	284 ± 33,3 A
Średnia	276 ± 21,4 A	304 ± 99,6 A	

Objaśnienia: MF0 - bez mikoryzacji, MF1 - mikoryzacja, K - kontrola, Si - Silvit, Ca - InCa, I termin - faza przebarwiania się owoców, II termin - faza dojrzewania owoców,

* średnie dla interakcji czynników doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$,

** średnie dla czynników głównych doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

4.1.3.3. Powierzchnia nad krzywą indukcji fluorescencji chlorofilu „a” proporcjonalna do wielkości puli zredukowanych plastochinonowych akceptorów elektronów w PS II w liściach odmiany Seyval Blanc (AREA)

Wpływ inokulacji winorośli ‘Seyval Blanc’ szczepionką mikoryzową na powierzchnię nad krzywą indukcji fluorescencji chlorofilu „a” proporcjonalną do wielkości puli zredukowanych plastochinonowych akceptorów elektronów w PS II zanotowano tylko w roku 2014 (tab. 16). W przypadku dokarmiania dolistnego, jego wpływ na omawiany parametr zanotowano jedynie dla preparatu Silvit tylko w I terminie pomiarów w roku 2014.

Analizując współdziałanie czynników doświadczalnych na parametr AREA należy stwierdzić, że w I terminie największe różnice pomiędzy średnimi zanotowano w 2014 pomiędzy kombinacjami MF1Si, a MF0K i MF0Ca (tab. 16). W roku 2015 nie stwierdzono różnic istotnych pomiędzy średnimi, a w roku 2016 największe różnice zanotowano pomiędzy kombinacjami MF1Si i MF1Ca, a MF1K. W drugim terminie pomiarów największe różnice pomiędzy średnimi wartościami parametru AREA zanotowano w 2014 roku pomiędzy kombinacjami MF1Si, a wszystkimi kombinacjami, gdzie nie zastosowano szczepionki mikoryzowej. W roku 2016 pomiędzy kombinacjami MF0K i MF0Si, natomiast w roku 2015 nie stwierdzono różnic istotnych statystycznie pomiędzy średnimi.

Tabela 16. Wpływ czynników doświadczalnych na powierzchnię nad krzywą indukcji fluorescencji chlorofilu „a” proporcjonalną do wielkości puli zredukowanych plastochinonowych akceptorów elektronów w PSII w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc (AREA)

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
I Termin			
2014			
K	59027* ± 2294 a	67578 ± 2897 b	63302** ± 5235 A
Si	69662 ± 1214 b	80121 ± 1811 c	74892 ± 5893 B
Ca	61789 ± 2335 a	68439 ± 1233 b	65114 ± 4007 A
Średnia	63492 ± 5088 A	72046 ± 6334 B	
2015			
K	57731 ± 19344 a	52764 ± 18960 a	55247 ± 18756 A
Si	54990 ± 19817 a	59306 ± 14489 a	57148 ± 16986 A
Ca	49095 ± 19354 a	65042 ± 8741 a	57069 ± 16720 A
Średnia	53938 ± 19097 A	59038 ± 14995 A	
2016			
K	45274 ± 10687 ab	37953 ± 10834 a	41614 ± 11098 A
Si	42588 ± 9076 ab	50132 ± 14366 b	46360 ± 12286 A
Ca	46905 ± 8844 ab	49686 ± 9686 b	48295 ± 9111 A
Średnia	44923 ± 9373 A	45924 ± 12708 A	
II Termin			
2014			
K	58893 ± 4691 a	67766 ± 3180 ab	63330 ± 6039 A
Si	62324 ± 1126 a	79380 ± 8338 b	70852 ± 1288A
Ca	62511 ± 5813 a	71199 ± 2685 ab	66855 ± 6248 A
Średnia	61243 ± 6981 A	72782 ± 6958 B	
2015			
K	56994 ± 21122 a	54827 ± 21759 a	55911 ± 20832 A
Si	64122 ± 15456 a	70029 ± 13348 a	67076 ± 14335 A
Ca	65060 ± 9360 a	58065 ± 12459 a	61562 ± 11279 A
Średnia	62058 ± 15849 A	60974 ± 17107 A	
2016			
K	46595 ± 12615 b	40302 ± 9413 ab	43448 ± 11272 A
Si	32849 ± 7005 b	40528 ± 13267 ab	36688 ± 11024 A
Ca	37636 ± 3114 b	38468 ± 9826 ab	38052 ± 7084 A
Średnia	39026 ± 10038 A	39766 ± 10583 A	

Objaśnienia: MF0 - bez mikoryzacji, MF1 – mikoryzacja, K – kontrola, Si – Silvit, Ca – InCa, I termin - faza przebarwiania się owoców, II termin – faza dojrzewania owoców,

* średnie dla interakcji czynników doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$,

** średnie dla czynników głównych doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

4.1.3.4. Wskaźnik witalności systemu PSII (PI)

W przeprowadzonych badaniach stwierdzono wpływ inokulacji systemu korzeniowego szczepionką mikoryzową na zwiększenie wartości wskaźnika witalności systemu PSII w fazie przebarwiania owoców w roku 2014 i 2015 (tab. 17). W fazie dojrzewania w roku 2014. Wpływ dokarmiania dolistnego na omawiany parametr był zróżnicowany i niejednoznaczny. W pierwszym terminie pomiarów, jedynie w roku 2014, stwierdzono różnice pomiędzy wariantem w którym zastosowano preparat InCa, a wariantem kontrolnym. W II terminie pomiarów w roku 2015, pomiędzy wariantem

dokarmianym preparatem Silvit, a wariantem kontrolnym. W roku 2016 najmniejszą wartość parametru PI wykazywały liście roślin dokarmianych preparatem Silvit.

Analizując wpływ zastosowanych czynników doświadczalnych na wskaźnik witalności systemu PSII, można stwierdzić, że w I terminie pomiarów w roku 2014 największe różnice stwierdzono pomiędzy kombinacjami MF0K, a MF1Si i MF1Ca (tab. 17). W roku 2015 i 2016 stwierdzone różnice pomiędzy średnimi nie były statystycznie istotne. W fazie dojrzałości owoców, w roku 2014, największe różnice stwierdzono pomiędzy kombinacjami MF0K i MF1Si, w roku 2015 pomiędzy MF0K, MF1K i MF1Ca, a MF1Si, zaś w roku 2016 pomiędzy MF0Si, a MF0K.

Tabela 17. Wpływ czynników doświadczalnych na wskaźnik witalności systemu PSII (PI) w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
I Termin			
2014			
K	0,94* ± 0,06 a	1,44 ± 0,07 c	1,19** ± 0,28 A
Si	1,21 ± 0,18 b	1,65 ± 0,07 d	1,43 ± 0,27 AB
Ca	1,57 ± 0,14 cd	1,69 ± 0,02 d	1,63 ± 0,11 B
Średnia	1,24 ± 0,29 A	1,59 ± 0,13 B	
2015			
K	2,18 ± 0,81 a	2,51 ± 1,29 a	2,34 ± 1,06 A
Si	1,91 ± 0,68 a	2,10 ± 0,85 a	2,01 ± 0,76 A
Ca	1,63 ± 0,79 a	2,57 ± 0,77 a	2,10 ± 0,90 A
Średnia	1,91 ± 0,77 A	2,39 ± 0,98 B	
2016			
K	1,07 ± 0,61 a	0,82 ± 0,42 a	0,94 ± 0,52 A
Si	0,84 ± 0,22 a	1,25 ± 0,54 a	1,04 ± 0,45 A
Ca	1,15 ± 0,40 a	1,25 ± 0,34 a	1,20 ± 0,36 A
Średnia	1,02 ± 0,44 A	1,11 ± 0,47 A	
II Termin			
2014			
K	1,03 ± 0,29 a	1,56 ± 0,20 bc	1,29 ± 0,37 A
Si	1,19 ± 0,31 ab	1,75 ± 0,32 c	1,47 ± 0,42 A
Ca	1,35 ± 0,24 abc	1,58 ± 0,05 bc	1,46 ± 0,19 A
Średnia	1,19 ± 0,28 A	1,63 ± 0,21 B	
2015			
K	0,82 ± 0,64 a	0,65 ± 0,33 a	0,73 ± 0,51 A
Si	1,05 ± 0,34 ab	1,30 ± 0,45 b	1,18 ± 0,41 B
Ca	1,01 ± 0,21 ab	0,89 ± 0,15 a	0,95 ± 0,19 AB
Średnia	0,96 ± 0,43 A	0,94 ± 0,42 A	
2016			
K	1,27 ± 0,70 b	0,96 ± 0,64 ab	1,12 ± 0,67 B
Si	0,57 ± 0,26 a	0,93 ± 0,46 ab	0,75 ± 0,41 A
Ca	0,85 ± 0,22 ab	0,81 ± 0,29 ab	0,83 ± 0,25 AB
Średnia	0,90 ± 0,52 A	0,90 ± 0,47 A	

Objaśnienia: MF0 - bez mikoryzacji, MF1 - mikoryzacja, K - kontrola, Si - Silvit, Ca - InCa, I termin - faza przebarwiania się owoców, II termin - faza dojrzewania owoców,

* średnie dla interakcji czynników doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$,

** średnie dla czynników głównych doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

4.1.4. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość makroelementów w liściach odmiany Seyval Blanc

Zastosowana inokulacja systemu korzeniowego grzybami mikoryzowymi spowodowała zwiększenie zawartości ogólnych form azotu w liściach badanej odmiany w roku 2015 oraz potasu w roku 2014 (tab. 18). Szczepionka mikoryzowa nie wpłynęła na zawartość ogólnego fosforu, wapnia i magnezu w liściach. W przypadku zastosowanego dokarmiania dolistnego stwierdzono, że preparat Silvit wpłynął na zwiększenie zawartości azotu ogólnego w liściach odmiany Seyval Blanc w roku 2013 i 2015 (tab. 18). W roku 2014 największe różnice w zawartości azotu zanotowano pomiędzy wariantem kontrolnym i wariantem w którym zastosowano preparat InCa, natomiast w roku 2016 nie stwierdzono różnic istotnych pomiędzy średnimi. W przypadku zawartości ogólnych form fosforu różnice stwierdzono jedynie w roku 2015. Liście roślin dokarmianych preparatem InCa zakumulowały więcej fosforu, niż liście dokarmiane preparatem Silvit. W roku 2013, 2015 i 2016 liście roślin dokarmianych preparatem Silvit charakteryzowały się większą zawartością potasu ogólnego, niż liście roślin z wariantu dokarmianego preparatem InCa. Podobnej zależności nie stwierdzono w roku 2014. We wszystkich latach badań wykazano, że największą zawartością wapnia ogólnego charakteryzowały się liście roślin dokarmianych preparatem InCa. W przypadku ogólnych form magnezu zanotowano, że w roku 2013 i 2016, większą jego ilość charakteryzowały się liście roślin dokarmianych Silvitem, niż dokarmianych preparatem InCa. W roku 2014 i 2015 nie stwierdzono wpływu omawianego czynnika na ilość tego makroskładnika w liściach.

Rozpatrując wpływ interakcji badanych czynników na zawartość makroelementów w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc należy zwrócić uwagę, że był on zróżnicowany i niejednoznaczny (tab. 18). W roku 2013 największe różnice w zawartości azotu ogólnego stwierdzono pomiędzy kombinacjami MF0K, MF0Ca, a MF0Si. W roku 2014 najwięcej azotu zakumulowały liście roślin rosnących w kombinacji MF0Ca, zaś w roku 2015 i 2016, w liściach z tej kombinacji stwierdzono najmniej tego makroskładnika. W roku 2013 nie stwierdzono wpływu współdziałania czynników doświadczalnych na zawartość fosforu w liściach badanej odmiany. W roku 2014 największe różnice w zawartości fosforu w liściach stwierdzono pomiędzy kombinacjami MF1Si i MF1Ca, a MF0Ca, a w roku 2015, pomiędzy MF0Si, a MF1Ca. W roku 2016 najwięcej fosforu ogólnego zakumulowały liście winorośli z kombinacji

MF0Si. Największe różnice w zawartości potasu w liściach, w roku 2013, zanotowano pomiędzy roślinami rosnącymi w kombinacji MF0K, a MF1Si, w roku 2014 pomiędzy kombinacjami MF0Ca, a MF1Si i MF0K, w roku 2015 pomiędzy MF1Ca, MF1Si, natomiast w roku 2016 pomiędzy MF0Ca i MF1Ca, a MF0Si i MF1Si. Największą ilością wapnia ogólnego, w roku 2013, charakteryzowały się liście winorośli z kombinacji MF0Ca, zaś w roku 2014, liście roślin z kombinacji traktowanych preparatem InCa. W roku 2015 największe różnice zanotowano pomiędzy kombinacjami MF0Si, a MF0Ca, zaś w roku 2016 największą ilość tego składnika stwierdzono w liściach winorośli z kombinacji MF1Ca. Największe różnice w zawartości magnezu ogólnego w liściach w roku 2013 stwierdzono pomiędzy kombinacjami MF0Ca, a MF1Si, w roku 2015 pomiędzy MF1Si, a MF1Ca, zaś w roku 2016 pomiędzy MF0Ca, MF1Si. W roku 2014 stwierdzone różnice nie były statystycznie istotne.

Tabela 18. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość makroelementów w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
N [g·kg ⁻¹ s.m.]			
2013			
K	18,1* ± 0,49 a	20,4 ± 0,35 bc	19,3** ± 1,29 A
Si	22,0 ± 0,98 c	21,1 ± 1,61 bc	21,5 ± 1,29 B
Ca	17,4 ± 1,12 a	19,2 ± 1,26 ab	18,3 ± 1,46 A
Średnia	19,2 ± 2,28 A	20,2 ± 1,33 A	
2014			
K	14,4 ± 1,19 a	14,6 ± 0,84 a	14,5 ± 0,93 A
Si	16,5 ± 2,17 a	15,1 ± 2,24 a	15,8 ± 2,10 AB
Ca	20,1 ± 0,91 b	15,7 ± 1,12 a	17,9 ± 2,58 B
Średnia	17,0 ± 2,84 A	15,1 ± 1,41 A	
2015			
K	17,2 ± 0,98 b	18,4 ± 0,77 c	17,8 ± 1,02 B
Si	18,9 ± 0,70 cd	19,5 ± 0,21 d	19,2 ± 0,58 B
Ca	15,8 ± 0,28 a	18,2 ± 0,03 bc	17,0 ± 1,32 A
Średnia	17,3 ± 1,47 A	18,7 ± 0,74 B	
2016			
K	21,8 ± 1,20 b	20,6 ± 1,26 ab	21,2 ± 1,27 A
Si	21,4 ± 2,31 b	21,2 ± 2,45 b	21,3 ± 2,13 A
Ca	17,9 ± 0,42 a	22,9 ± 0,35 b	20,4 ± 2,74 A
Średnia	20,4 ± 2,26 A	21,6 ± 1,73 A	
P [g·kg ⁻¹ s.m.]			
2013			
K	3,42 ± 0,23 a	3,25 ± 0,25 a	3,33 ± 0,24 A
Si	3,49 ± 0,30 a	3,30 ± 0,31 a	3,39 ± 0,29 A
Ca	3,32 ± 0,07 a	3,28 ± 0,42 a	3,30 ± 0,27 A
Średnia	3,41 ± 0,20 A	3,27 ± 0,29 A	
2014			
K	1,91 ± 0,07 ab	2,05 ± 0,07 ab	1,98 ± 0,09 A
Si	1,98 ± 0,13 ab	1,83 ± 0,29 a	1,90 ± 0,22 A
Ca	2,29 ± 0,44 b	1,74 ± 0,11 a	2,01 ± 0,42 A
Średnia	2,06 ± 0,29 A	1,87 ± 0,21 A	

Tabela 18. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość makroelementów w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc (cd.)

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
P [g·kg ⁻¹ s.m.]			
2015			
K	1,95 ± 0,25 ab	1,94 ± 0,09 ab	1,94 ± 0,17 AB
Si	1,65 ± 0,15 a	1,83 ± 0,20 ab	1,74 ± 0,19 A
Ca	1,96 ± 0,33 ab	2,18 ± 0,11 b	2,07 ± 0,25 B
Średnia	1,85 ± 0,27 A	1,98 ± 0,20 A	
2016			
K	2,50 ± 0,08 ab	2,09 ± 0,07 a	2,29 ± 0,23 A
Si	2,96 ± 0,32 c	2,39 ± 0,10 ab	2,67 ± 0,38 A
Ca	2,28 ± 0,08 ab	2,63 ± 0,43 bc	2,45 ± 0,34 A
Średnia	2,58 ± 0,35 A	2,37 ± 0,32 A	
K [g·kg ⁻¹ s.m.]			
2013			
K	13,0 ± 0,75 a	15,5 ± 1,44 bcd	14,2 ± 1,73 A
Si	16,0 ± 0,36 cd	17,3 ± 0,24 d	16,7 ± 0,73 B
Ca	14,7 ± 1,64 abc	13,7 ± 0,90 ab	14,2 ± 1,30 A
Średnia	14,6 ± 1,62 A	15,5 ± 1,77 A	
2014			
K	19,5 ± 0,04 a	28,7 ± 2,90 c	24,1 ± 5,38 A
Si	23,7 ± 0,83 ab	28,8 ± 0,36 c	26,3 ± 2,82 A
Ca	19,6 ± 3,17 a	24,4 ± 4,50 bc	22,0 ± 4,38 A
Średnia	20,9 ± 2,67 A	27,3 ± 3,44 B	
2015			
K	11,3 ± 1,58 ab	13,6 ± 1,87 c	12,4 ± 2,00 AB
Si	12,3 ± 0,26 bc	16,3 ± 0,41 d	14,3 ± 2,22 B
Ca	11,4 ± 0,82 ab	10,1 ± 0,15 a	10,8 ± 0,87 A
Średnia	11,6 ± 1,01 A	13,3 ± 2,83 A	
2016			
K	9,75 ± 2,06 ab	10,16 ± 0,81 ab	9,95 ± 1,42 B
Si	11,02 ± 0,59 b	11,06 ± 0,85 b	11,04 ± 0,65 B
Ca	8,69 ± 0,97 a	8,51 ± 0,23 a	8,60 ± 0,63 A
Średnia	9,82 ± 1,55 A	9,91 ± 1,27 A	
Ca [g·kg ⁻¹ s.m.]			
2013			
K	8,53 ± 0,02 a	9,15 ± 0,05 c	8,84 ± 0,34 A
Si	8,95 ± 0,12 bc	8,71 ± 0,26 ab	8,83 ± 0,22 A
Ca	9,89 ± 0,20 d	10,51 ± 0,25 e	10,20 ± 0,40 B
Średnia	9,12 ± 0,61 A	9,46 ± 0,84 A	
2014			
K	8,60 ± 0,08 ab	7,65 ± 0,46 a	8,13 ± 0,60 A
Si	8,31 ± 0,82 ab	8,55 ± 1,20 ab	8,43 ± 0,93 A
Ca	10,05 ± 0,58 c	9,50 ± 0,59 bc	9,77 ± 0,60 B
Średnia	8,99 ± 0,95 A	8,57 ± 1,07 A	
2015			
K	10,25 ± 0,45 ab	10,59 ± 0,69 bc	10,42 ± 0,56 B
Si	8,88 ± 0,64 a	9,77 ± 0,71 ab	9,33 ± 0,78 A
Ca	10,97 ± 0,22 bc	11,94 ± 1,37 c	11,46 ± 1,03 C
Średnia	10,03 ± 1,00 A	10,77 ± 1,27 A	
2016			
K	7,45 ± 0,04 a	7,94 ± 0,64 a	7,69 ± 0,48 A
Si	7,98 ± 0,28 a	9,16 ± 0,54 b	8,57 ± 0,75 A
Ca	9,69 ± 0,18 b	11,21 ± 0,83 c	10,45 ± 0,99 B
Średnia	8,37 ± 1,03 A	9,43 ± 1,55 A	

Tabela 18. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość makroelementów w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc (cd.)

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
Mg [g·kg ⁻¹ s.m.]			
2013			
K	0,92 ± 0,09 ab	0,90 ± 0,002 ab	0,91 ± 0,06 AB
Si	0,92 ± 0,14 ab	0,99 ± 0,02 b	0,95 ± 0,10 B
Ca	0,81 ± 0,09 a	0,88 ± 0,07 ab	0,85 ± 0,08 A
Średnia	0,88 ± 0,11 A	0,92 ± 0,06 A	
2014			
K	0,68 ± 0,17 a	0,53 ± 0,01 a	0,60 ± 0,14 A
Si	0,55 ± 0,25 a	0,55 ± 0,10 a	0,55 ± 0,17 A
Ca	0,55 ± 0,14 a	0,48 ± 0,02 a	0,51 ± 0,10 A
Średnia	0,60 ± 0,18 A	0,52 ± 0,06 A	
2015			
K	2,69 ± 0,02 b	2,56 ± 0,12 ab	2,62 ± 0,11 A
Si	2,62 ± 0,19 b	2,26 ± 0,06 a	2,44 ± 0,23 A
Ca	2,47 ± 0,14 ab	3,03 ± 0,30 c	2,75 ± 0,37 A
Średnia	2,60 ± 0,15 A	2,61 ± 0,38 A	
2016			
K	3,49 ± 0,75 ab	2,93 ± 0,21 ab	3,21 ± 0,58 AB
Si	3,55 ± 0,37 ab	3,71 ± 0,01 b	3,63 ± 0,25 B
Ca	2,58 ± 0,81 a	2,79 ± 0,48 ab	2,69 ± 0,61 A
Średnia	3,21 ± 0,75 A	3,14 ± 0,50 A	

Objaśnienia: MF0 - bez mikoryzacji, MF1 – mikoryzacja, K – kontrola, Si – Silvit, Ca – InCa,

* średnie dla interakcji czynników doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$,

** średnie dla czynników głównych doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

4.1.5. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość sodu i mikroelementów w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc

Inokulacja systemu korzeniowego grzybami mikoryzowymi spowodowała zwiększenie zawartości ogólnych form sodu w liściach odmiany Seyval Blanc jedynie w roku 2013, żelaza w roku 2016, zaś cynku i miedzi w 2014 roku (tab. 19). Zastosowany zabieg mikoryzacji wpłynął na zwiększenie akumulacji manganu w liściach winorośli we wszystkich latach prowadzonych badań. W przypadku zastosowanego dokarmiania dolistnego, stwierdzono, że preparat Silvit wpłynął na zwiększenie zawartości ogólnych form sodu w liściach odmiany Seyval Blanc w roku 2015 i 2016, żelaza w roku 2013 i miedzi w roku 2013 i 2016, natomiast preparat InCa na zwiększenie ilości sodu w roku 2016, żelaza i cynku w roku 2015 oraz miedzi w roku 2013 (tab. 19).

Rozpatrując wpływ interakcji badanych czynników na zawartość sodu i mikroelementów w liściach odmiany Seyval Blanc należy podkreślić, że był on w poszczególnych latach badań zróżnicowany i niejednoznaczny (tab. 19). W roku 2013 największe różnice w zawartości sodu ogólnego stwierdzono pomiędzy

kombinacjami MF0K, a MF1Si, w roku 2014 pomiędzy MF0Ca, a MF0K, MF1Si i MF1Ca, w roku 2015 pomiędzy MF1Ca, a MF0K i MF1 Ca, zaś w roku 2016 pomiędzy MF0K, a MF1Si. W roku 2014 największe różnice w zawartości żelaza w liściach stwierdzono pomiędzy kombinacjami MF0Ca, MF1Ca, a MF1K, w roku 2014, pomiędzy MF0Si, a MF1Si. W roku 2015 najmniej żelaza zakumulowały liście winorośli z kombinacji MF0Si i MF1Si. Największe różnice w zawartości żelaza w liściach, w roku 2016, zanotowano pomiędzy roślinami rosnącymi w kombinacjach MF0K, MF0Si i MF0Ca, a MF1K. Największą ilością akumulowanego manganu ogólnego, w roku 2013 i 2016, charakteryzowały się liście winorośli z kombinacji MF1Si, zaś w roku 2014 i 2016, liście roślin z kombinacji MF1K. W roku 2013 nie stwierdzono wpływu interakcji czynników doświadczalnych na ilość cynku w liściach badanej odmiany winorośli. W roku 2014 największe różnice w zawartości tego mikroślądnika w liściach zanotowano pomiędzy kombinacjami MF0K, a MF1Ca, zaś w roku 2015 największą ilość cynku stwierdzono w liściach winorośli z kombinacji MF1Ca. Największe różnice w zawartości cynku w liściach w roku 2016 stwierdzono pomiędzy kombinacjami MF1Ca, a MF1K i MF1Si. W roku 2013 najmniejszą zawartość miedzi stwierdzono w liściach roślin rosnących w kombinacji MF1K. W roku 2014 największe różnice w ilości miedzi w liściach badanej odmiany zanotowano pomiędzy kombinacjami MF0K, a MF1Ca, zaś w roku 2016 pomiędzy MF0K, a MF1Si. Stwierdzone różnice w roku 2015 nie były statystycznie istotne.

Tabela 19. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość sodu i mikroelementów w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
Na [mg·kg ⁻¹ s.m.]			
2013			
K	64,2* ± 5,26 a	73,3 ± 1,06 cd	68,7** ± 6,04 A
Si	69,9 ± 2,25 bc	78,1 ± 3,65 d	74,0 ± 5,26 A
Ca	69,7 ± 1,56 bc	67,1 ± 1,56 ab	68,4 ± 1,89 A
Średnia	67,9 ± 4,06 A	72,9 ± 5,21 B	
2014			
K	69,3 ± 2,87 b	63,1 ± 4,25 ab	66,2 ± 4,70 A
Si	62,8 ± 1,26 ab	69,2 ± 4,30 b	66,0 ± 4,48 A
Ca	58,9 ± 6,59 a	68,2 ± 4,68 b	63,5 ± 7,23 A
Średnia	63,7 ± 5,83 A	66,8 ± 4,76 A	
2015			
K	49,3 ± 5,55 ab	53,6 ± 2,01 bc	51,4 ± 4,43 A
Si	57,3 ± 2,66 c	57,1 ± 3,84 c	57,2 ± 2,96 B
Ca	53,9 ± 0,24 bc	47,0 ± 4,03 a	50,4 ± 4,56 A
Średnia	53,5 ± 4,67 A	52,6 ± 5,35 A	

Tabela 19. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość sodu i mikroelementów w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
Na [mg·kg ⁻¹ s.m.]			
2016			
K	32,7 ± 3,49 a	37,4 ± 1,73 ab	35,0 ± 3,60 A
Si	40,1 ± 3,02 bc	44,5 ± 2,37 c	42,3 ± 3,42 B
Ca	41,8 ± 1,41 bc	39,4 ± 6,28 bc	40,6 ± 4,27 B
Średnia	38,2 ± 4,87 A	40,5 ± 4,69 A	
Fe [mg·kg ⁻¹ s.m.]			
2013			
K	52,7 ± 5,57 bc	55,8 ± 3,46 c	54,3 ± 4,48 B
Si	48,2 ± 5,03 ab	52,2 ± 3,62 bc	50,2 ± 4,48 B
Ca	42,6 ± 0,05 a	44,6 ± 1,46 a	43,6 ± 1,41 A
Średnia	47,9 ± 5,76 A	50,9 ± 5,60 A	
2014			
K	93,1 ± 16,70 b	86,7 ± 10,06 ab	89,9 ± 12,83 A
Si	76,0 ± 4,43 a	143,0 ± 0,60 c	109,5 ± 36,82 A
Ca	91,9 ± 1,13 ab	86,0 ± 4,62 ab	90,0 ± 3,70 A
Średnia	87,0 ± 11,98 A	105,9 ± 28,40 A	
2015			
K	66,2 ± 0,97 b	66,6 ± 2,37 b	66,4 ± 1,63 B
Si	56,3 ± 0,49 a	56,8 ± 3,07 a	56,5 ± 1,99 A
Ca	65,8 ± 4,31 b	64,3 ± 4,25 b	65,1 ± 3,92 B
Średnia	62,8 ± 5,36 A	62,6 ± 5,30 A	
2016			
K	39,8 ± 0,90 a	45,5 ± 4,56 b	42,6 ± 4,28 A
Si	39,7 ± 1,98 a	41,1 ± 2,63 ab	40,4 ± 2,20 A
Ca	35,9 ± 3,31 a	40,9 ± 0,44 ab	38,4 ± 3,46 A
Średnia	38,5 ± 2,76 A	42,5 ± 3,46 B	
Mn [mg·kg ⁻¹ s.m.]			
2013			
K	31,1 ± 2,67 a	43,8 ± 12,99 bc	37,5 ± 10,88 A
Si	34,3 ± 0,70 ab	57,8 ± 0,49 d	46,1 ± 12,90 A
Ca	32,3 ± 2,42 a	45,0 ± 2,49 c	38,6 ± 7,29 A
Średnia	32,6 ± 2,30 A	48,9 ± 9,45 B	
2014			
K	51,9 ± 7,17 a	89,9 ± 8,34 c	70,9 ± 21,96 A
Si	49,4 ± 7,62 a	74,4 ± 10,18 b	61,9 ± 15,84 A
Ca	47,8 ± 3,84 a	74,7 ± 0,08 b	61,2 ± 14,91 A
Średnia	49,7 ± 5,85 A	79,7 ± 10,13 B	
2015			
K	45,0 ± 1,17 ab	61,7 ± 3,55 d	53,4 ± 9,46 A
Si	41,8 ± 1,83 a	60,8 ± 4,77 cd	51,3 ± 10,90 A
Ca	47,4 ± 2,06 b	56,7 ± 0,46 c	52,0 ± 5,24 A
Średnia	44,7 ± 2,88 A	59,7 ± 3,79 B	
2016			
K	35,1 ± 1,78 a	42,4 ± 11,80 a	38,8 ± 8,56 A
Si	36,3 ± 4,20 a	55,2 ± 9,67 b	45,8 ± 12,29 A
Ca	34,1 ± 3,66 a	37,4 ± 1,20 a	35,7 ± 3,05 A
Średnia	35,2 ± 3,09 A	45,0 ± 11,02 B	

Tabela 19. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość sodu i mikroelementów w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc (cd.)

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
Zn [mg·kg ⁻¹ s.m.]			
2013			
K	15,6 ± 0,63 a	17,7 ± 4,80 a	16,7 ± 3,26 A
Si	16,2 ± 1,18 a	17,5 ± 2,00 a	16,8 ± 1,61 A
Ca	16,2 ± 0,31 a	18,3 ± 0,57 a	17,2 ± 1,23 A
Średnia	16,0 ± 0,74 A	17,8 ± 2,64 A	
2014			
K	19,3 ± 0,78 a	22,8 ± 0,95 abc	21,1 ± 2,09 A
Si	20,7 ± 1,26 ab	28,4 ± 5,37 bc	24,5 ± 5,46 A
Ca	20,5 ± 3,01 ab	29,5 ± 8,41 c	25,0 ± 7,51 A
Średnia	20,2 ± 1,80 A	26,9 ± 5,89 B	
2015			
K	19,2 ± 3,36 a	19,0 ± 3,96 a	19,1 ± 3,28 A
Si	18,3 ± 0,07 a	17,7 ± 2,05 a	18,0 ± 1,40 A
Ca	24,6 ± 10,34 ab	30,8 ± 0,98 b	27,7 ± 7,40 B
Średnia	20,7 ± 6,19 A	22,5 ± 6,66 A	
2016			
K	22,2 ± 1,13 ab	23,2 ± 1,97 b	22,7 ± 1,55 A
Si	21,7 ± 1,53 ab	23,4 ± 2,34 b	22,6 ± 2,00 A
Ca	21,5 ± 0,90 ab	19,9 ± 0,54 a	20,7 ± 1,09 A
Średnia	21,8 ± 1,09 A	22,2 ± 2,30 A	
Cu [mg·kg ⁻¹ s.m.]			
2013			
K	84,5 ± 2,81 b	78,8 ± 4,47 a	81,7 ± 4,57 A
Si	85,0 ± 1,12 b	86,9 ± 1,25 b	85,9 ± 1,49 B
Ca	86,2 ± 1,00 b	88,1 ± 1,25 b	87,2 ± 1,48 B
Średnia	85,2 ± 1,75 A	84,6 ± 4,99 A	
2014			
K	19,3 ± 0,78 a	22,8 ± 0,95 abc	21,1 ± 2,09 A
Si	20,7 ± 1,26 ab	28,4 ± 5,37 bc	24,5 ± 5,46 A
Ca	20,5 ± 3,01 ab	29,5 ± 8,41 c	25,0 ± 7,51 A
Średnia	20,2 ± 1,80 A	26,9 ± 5,89 B	
2015			
K	105 ± 11,84 a	106 ± 2,25 a	105 ± 7,65 A
Si	105 ± 7,93 a	103 ± 6,79 a	104 ± 6,73 A
Ca	116 ± 7,06 a	107 ± 1,16 a	112 ± 6,36 A
Średnia	108 ± 9,58 A	105 ± 4,14 A	
2016			
K	33,1 ± 6,81 ab	27,4 ± 7,76 a	30,2 ± 7,24 A
Si	35,0 ± 2,50 ab	39,1 ± 3,51 b	37,0 ± 3,53 B
Ca	33,5 ± 0,32 ab	32,6 ± 2,50 ab	33,0 ± 1,67 AB
Średnia	33,9 ± 3,73 A	33,0 ± 6,75 A	

Objaśnienia: MF0 - bez mikoryzacji, MF1 – mikoryzacja, K – kontrola, Si – Silvit, Ca – InCa,

* Średnie dla interakcji czynników doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$,

** Średnie dla czynników głównych doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

4.1.6. Wpływ czynników doświadczalnych na parametry biometryczne gron i owoców winorośli odmiany Seyval Blanc

Nie stwierdzono wpływu zastosowanej szczepionki mikoryzowej oraz dokarmiania dolistnego na masę grona badanej odmiany Seyval Blanc (tab. 20). Nie stwierdzono wpływu badanych czynników oraz ich interakcji na długość i obwód grona, badanej odmiany we wszystkich latach badań. W przeprowadzonym doświadczeniu nie wykazano również wpływu zastosowanych czynników doświadczalnych na ilość owoców w gronie oraz na masę 100 owoców.

Wpływ współdziałania badanych czynników na masę grona zanotowano tylko w roku 2015 (tab. 20). Największą masę gron uzyskano z roślin niemikoryzowanych, dokarmianych dolistnie nawozem InCa (kombinacja MF0Ca). Różnice istotne statystycznie stwierdzono pomiędzy masą grona z roślin niemikoryzowanych dokarmianych dolistnie preparatem InCa (kombinacja MF0Ca), a masą grona z niemikoryzowanych roślin kontrolnych (kombinacja MF0K).

Tabela 20. Wpływ czynników doświadczalnych na parametry biometryczne gron i owoców winorośli odmiany Seyval Blanc

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
Masa grona (g)			
2014			
K	166* ± 61,9 a	176 ± 79,7 a	171** ± 64,1 A
Si	198 ± 83,5 a	194 ± 25,5 a	196 ± 55,2 A
Ca	233 ± 56,8 a	248 ± 112,7 a	240 ± 80,3 A
Średnia	199 ± 65,8 A	206 ± 77,3 A	
2015			
K	121 ± 71,3 a	178 ± 40,1 ab	149 ± 60,2 A
Si	143 ± 25,9 ab	177 ± 35,5 ab	160 ± 33,8 A
Ca	203 ± 35,1 b	184 ± 20,5 ab	193 ± 27,7 A
Średnia	156 ± 55,5 A	179 ± 29,2 A	
2016			
K	228 ± 80,0 a	205 ± 114,3 a	217 ± 89,1 A
Si	294 ± 70,6 a	281 ± 58,6 a	287 ± 58,4 A
Ca	304 ± 131,5 a	273 ± 60,2 a	289 ± 93,1 A
Średnia	275 ± 92,0 A	253 ± 79,6 A	
Długość grona (cm)			
2014			
K	15,7 ± 2,91 a	15,7 ± 1,45 a	15,7 ± 2,06 A
Si	17,1 ± 0,51 a	17,4 ± 1,39 a	17,3 ± 0,95 A
Ca	16,7 ± 1,53 a	17,4 ± 1,39 a	17,1 ± 1,37 A
Średnia	16,5 ± 1,78 A	16,9 ± 1,51 A	
2015			
K	12,7 ± 2,64 a	14,1 ± 1,68 a	13,4 ± 2,12 A
Si	12,6 ± 0,77 a	13,8 ± 1,83 a	13,2 ± 1,42 A
Ca	15,7 ± 1,41 a	14,2 ± 1,39 a	15,0 ± 2,02 A
Średnia	13,7 ± 2,44 A	14,0 ± 1,44 A	

Tabela 20. Wpływ czynników doświadczalnych na parametry biometryczne gron i owoców winorośli odmiany Seyval Blanc (cd.)

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
Długość grona (cm)			
2016			
K	18,2 ± 3,10 a	16,0 ± 2,40 a	17,1 ± 2,76 A
Si	19,9 ± 0,69 a	18,6 ± 2,78 a	19,2 ± 1,95 A
Ca	18,4 ± 3,10 a	19,4 ± 1,58 a	18,9 ± 2,26 A
Średnia	18,9 ± 2,35 A	18,0 ± 2,53 A	
Obwód grona (cm)			
2014			
K	22,9 ± 4,22 a	23,0 ± 5,18 a	22,9 ± 4,22 A
Si	25,1 ± 1,58 a	22,8 ± 1,35 a	23,9 ± 1,83 A
Ca	22,3 ± 1,16 a	25,4 ± 1,64 a	23,9 ± 2,13 A
Średnia	23,4 ± 2,65 A	23,7 ± 3,08 A	
2015			
K	18,5 ± 4,50 a	20,4 ± 2,12 a	19,4 ± 3,32 A
Si	20,6 ± 1,02 a	20,3 ± 6,09 a	20,4 ± 3,91 A
Ca	22,4 ± 1,44 a	22,9 ± 3,36 a	22,6 ± 2,33 A
Średnia	20,5 ± 2,95 A	21,2 ± 3,86 A	
2016			
K	24,6 ± 5,98 a	21,4 ± 5,50 a	23,0 ± 5,41 A
Si	27,8 ± 1,58 a	27,0 ± 3,28 a	27,4 ± 2,34 A
Ca	27,7 ± 7,51 a	26,9 ± 2,04 a	27,3 ± 4,94 A
Średnia	26,7 ± 5,12 A	25,1 ± 4,34 A	
Ilość owoców w gronie (szt.)			
2014			
K	79,7 ± 16,0 a	125,7 ± 66,2 a	102,7 ± 49,9 A
Si	127,0 ± 81,1 a	160,7 ± 40,2 a	143,8 ± 60,1 A
Ca	136,3 ± 51,6 a	166,3 ± 51,1 a	151,3 ± 48,8 A
Średnia	114,3 ± 55,4 A	150,9 ± 50,2 A	
2015			
K	106,0 ± 62,1 a	87,7 ± 19,9 a	96,8 ± 42,4 A
Si	159,0 ± 58,9 a	101,7 ± 37,9 a	130,3 ± 54,3 A
Ca	92,0 ± 17,4 a	119,7 ± 31,1 a	105,8 ± 27,2 A
Średnia	119,0 ± 53,3 A	103,0 ± 29,9 A	
2016			
K	166,3 ± 88,8 a	131,0 ± 106,0 a	148,7 ± 89,6 A
Si	207,7 ± 61,9 a	167,3 ± 54,9 a	187,5 ± 56,8 A
Ca	202,3 ± 75,0 a	163,3 ± 23,5 a	182,8 ± 54,1 A
Średnia	192,1 ± 68,7 A	153,9 ± 63,2 A	
Masa 100 owoców (g)			
2014			
K	211,2 ± 87,2 a	149,7 ± 50,0 a	180,5 ± 71,9 A
Si	188,2 ± 95,1 a	124,0 ± 19,7 a	156,1 ± 70,8 A
Ca	207,4 ± 149,2 a	152,4 ± 76,7 a	179,9 ± 110,3 A
Średnia	202,3 ± 99,2 A	142,0 ± 48,76 A	
2015			
K	113,4 ± 4,84 a	204,6 ± 37,43 ab	159,0 ± 55,38 A
Si	98,5 ± 39,08 a	198,6 ± 102,16 ab	149,0 ± 88,27 A
Ca	227,9 ± 68,51 b	157,8 ± 24,62 ab	192,8 ± 59,93 A
Średnia	146,6 ± 72,92 A	187,0 ± 59,98 A	

Tabela 20. Wpływ czynników doświadczalnych na parametry biometryczne gron i owoców winorośli odmiany Seyval Blanc (cd.)

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
Masa 100 owoców (g)			
2016			
K	160,1 ± 67,81 a	185,5 ± 58,62 a	172,8 ± 58,4 A
Si	144,2 ± 22,38 a	177,7 ± 49,97 a	161,0 ± 39,2 A
Ca	147,7 ± 11,85 a	166,1 ± 13,18 a	156,9 ± 15,07 A
Średnia	150,7 ± 36,91 A	176,4 ± 39,98 A	

Objaśnienia: MF0 - bez mikoryzacji, MF1 – mikoryzacja, K – kontrola, Si – Silvit, Ca – InCa,

* średnie dla interakcji czynników doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$,

** średnie dla czynników głównych doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

4.1.7. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość ekstraktu, kwasowość ogólną, pH, oraz indeks dojrzałości owoców winorośli odmiany Seyval Blanc

Rozpatrując wpływ czynników głównych należy zwrócić uwagę, że ich wpływ zaznaczył się jedynie w 2014 roku dla kwasowości ogólnej owoców oraz ich indeksu dojrzałości (tab. 21). Inokulacja systemu korzeniowego roślin szczepionką mikoryzową oraz zastosowanie dokarmiania nawozem Silvit spowodowało zmniejszenie kwasowości ogólnej owoców. Owoce roślin z tych wariantów doświadczalnych charakteryzowały się również większą wartością współczynnika MI. Nie stwierdzono wpływu czynników głównych na zawartość ekstraktu w owocach oraz pH soku we wszystkich latach badań.

Nie stwierdzono wpływu interakcji czynników doświadczalnych na zawartość ekstraktu w owocach oraz pH soku we wszystkich latach badań (tab. 21). Wpływ interakcji zastosowanych czynników doświadczalnych stwierdzono w roku 2014 w przypadku kwasowości ogólnej oraz wskaźnika MI. Owoce z rośliny ze wszystkich kombinacji w których zastosowano zabieg mikoryzacji charakteryzowały się mniejszą kwasowością ogólną niż owoce z roślin kontrolnych niemikoryzowanych (MF0K). Największą różnicę pomiędzy średnimi, w przypadku wskaźnika MI, stwierdzono pomiędzy kombinacjami MF1Si i MF1Ca, MF0K.

Tabela 21. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość ekstraktu, kwasowość ogólną, indeks dojrzałości oraz pH owoców winorośli odmiany Seyval Blanc

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
Ekstrakt (%)			
2014			
K	18,5* ± 1,30 a	19,1 ± 1,90 a	18,8** ± 1,49 A
Si	19,8 ± 0,51 a	19,8 ± 0,51 a	19,8 ± 0,46 A
Ca	19,0 ± 1,00 a	19,6 ± 0,50 a	19,3 ± 0,78 A
Średnia	19,1 ± 1,04 A	19,5 ± 1,07 A	
2015			
K	20,0 ± 4,84 a	20,6 ± 1,04 a	20,3 ± 1,61 A
Si	20,2 ± 1,49 a	20,7 ± 0,21 a	20,5 ± 1,00 A
Ca	20,0 ± 1,31 a	18,4 ± 1,19 a	19,2 ± 1,42 A
Średnia	28,2 ± 1,50 A	19,9 ± 1,40 A	
2016			
K	19,3 ± 0,20 a	18,1 ± 0,95 a	18,7 ± 0,88 A
Si	17,2 ± 0,52 a	16,9 ± 0,79 a	17,1 ± 0,62 A
Ca	18,2 ± 1,06 a	17,3 ± 0,72 a	17,8 ± 0,95 A
Średnia	18,7 ± 1,09 A	17,4 ± 0,90 A	
Kwasowość ogólna (g kwasu winowego · 100g ⁻¹ św.m.)			
2014			
K	0,93 ± 0,09 c	0,86 ± 0,08 a	0,89 ± 0,08 B
Si	0,84 ± 0,04 bc	0,66 ± 0,04 a	0,75 ± 0,10 A
Ca	0,90 ± 0,04 bc	0,78 ± 0,12 ab	0,84 ± 0,11 AB
Średnia	0,89 ± 0,07 B	0,77 ± 0,11 A	
2015			
K	1,04 ± 0,09 a	1,14 ± 0,11 a	1,09 ± 0,11 A
Si	1,14 ± 0,04 a	1,14 ± 0,11 a	1,14 ± 0,08 A
Ca	1,14 ± 0,04 a	1,01 ± 0,08 a	1,08 ± 0,09 A
Średnia	1,10 ± 0,07 A	1,10 ± 0,11 A	
2016			
K	0,95 ± 0,09 a	1,00 ± 0,11 a	0,98 ± 0,09 A
Si	0,98 ± 0,08 a	0,95 ± 0,11 a	0,96 ± 0,09 A
Ca	1,01 ± 0,10 a	1,00 ± 0,04 a	1,01 ± 0,07 A
Średnia	0,98 ± 0,08 A	0,98 ± 0,09 A	
Indeks dojrzałości MI			
2014			
K	20,2 ± 3,29 a	22,2 ± 2,16 ab	21,2 ± 2,71 A
Si	23,7 ± 1,26 ab	30,0 ± 2,20 c	26,9 ± 3,81 B
Ca	21,2 ± 1,84 ab	25,8 ± 4,93 bc	23,5 ± 4,19 AB
Średnia	21,7 ± 2,53 A	26,0 ± 4,47 B	
2015			
K	19,5 ± 3,96 a	18,2 ± 1,02 a	18,8 ± 2,68 A
Si	17,8 ± 2,03 a	18,3 ± 1,72 a	18,1 ± 1,71 A
Ca	17,6 ± 1,37 a	18,2 ± 1,75 a	17,9 ± 1,45 A
Średnia	18,3 ± 2,49 A	18,2 ± 1,33 A	
2016			
K	20,4 ± 1,95 a	18,3 ± 2,79 a	19,4 ± 2,44 A
Si	17,7 ± 1,51 a	17,9 ± 1,70 a	17,8 ± 1,44 A
Ca	18,1 ± 1,53 a	17,3 ± 0,21 a	17,7 ± 1,06 A
Średnia	18,7 ± 1,94 A	17,9 ± 1,70 A	

Tabela 21. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość ekstraktu, kwasowość ogólną, indeks dojrzałości oraz pH owoców winorośli odmiany Seyval Blanc (cd.)

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
pH			
2014			
K	3,69 ± 0,10 a	3,72 ± 0,08 a	3,70 ± 0,08 A
Si	3,71 ± 0,09 a	3,68 ± 0,12 a	3,70 ± 0,10 A
Ca	3,71 ± 0,04 a	3,76 ± 0,11 a	3,74 ± 0,08 A
Średnia	3,70 ± 0,07 A	3,72 ± 0,10 A	
2015			
K	3,18 ± 0,09 a	3,12 ± 0,11 a	3,15 ± 0,10 A
Si	3,15 ± 0,07 a	3,20 ± 0,12 a	3,18 ± 0,09 A
Ca	3,22 ± 0,11 a	3,23 ± 0,06 a	3,23 ± 0,08 A
Średnia	3,19 ± 0,09 A	3,18 ± 0,10 A	
2016			
K	3,11 ± 0,07 a	3,08 ± 0,12 a	3,09 ± 0,09 A
Si	3,09 ± 0,02 a	3,09 ± 0,03 a	3,09 ± 0,02 A
Ca	3,11 ± 0,06 a	3,08 ± 0,06 a	3,09 ± 0,06 A
Średnia	3,10 ± 0,05 A	3,08 ± 0,07 A	

Objaśnienie: MF0 – bez mikoryzacji, MF1 – mikoryzacja, K – kontrola, Si – Silvit, Ca – InCa,

* średnie dla interakcji czynników doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$,

** średnie dla czynników głównych doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

4.1.8. Zawartość polifenoli ogółem, flawonoidów ogółem, aktywność i pojemność antyoksydacyjna oraz zawartość kwasu askorbinowego w owocach odmiany Seyval Blanc

W roku 2015 i 2016 nie stwierdzono wpływu zabiegu mikoryzacji winorośli na zawartość polifenoli ogółem w świeżej masie owoców (tab. 22). W pierwszym roku wykazano natomiast, że wszystkie zastosowane preparaty Silvit i InCa wpłynęły na zmniejszenie ich zawartości w owocach. Analizując interakcję czynników doświadczalnych stwierdzić można, że w pierwszym roku badań, największą zawartością polifenoli ogółem cechowały się rośliny z kombinacji MF0K i MF1K. W drugim roku badań największe różnice w zawartości polifenoli w owocach stwierdzono między kombinacjami MF0Si, a MF1K.

W pierwszym roku badań stwierdzono wpływ inokulacji korzeni winorośli grzybami mikoryzowymi na zmniejszenie zawartości flawonoidów ogółem w owocach (tab. 22). Podobnej zależności nie zaobserwowano w kolejnym roku badań. Wpływ zastosowanych preparatów na omawianą cechę zanotowano jedynie w drugim roku badań. Najwięcej flawonoidów ogółem stwierdzono w owocach roślin opryskiwanych preparatem Silvit. Biorąc pod uwagę interakcję zastosowanych czynników

doświadczalnych, w pierwszym roku badań największe różnice w ilości flawonoidów ogółem stwierdzono pomiędzy kombinacjami MF1K, a MF0K i MF0Ca. W drugim roku badań pomiędzy MF1K, a MF0Si oraz MF1Si.

Zastosowana szczepionka mikoryzowa jedynie w drugim roku badań wpłynęła na zmniejszenie aktywności antyoksydacyjnej DPPH owoców (tab. 22). Wszystkie zastosowane dolistnie preparaty nie wpłynęły na aktywność antyoksydacyjną owoców badanej odmiany winorośli. W obu latach badań stwierdzono istotność interakcji czynników doświadczalnych. W roku 2014 największe różnice w wielkości DPPH zanotowano między kombinacjami MF1Si, a MF0Si, MF1K i MF1Ca, zaś w roku 2015 pomiędzy MF1Si, a MF0K i MF0Ca.

Zastosowana szczepionka mikoryzowa zmniejszyła całkowitą pojemność antyoksydacyjną owoców w roku 2016, zaś zastosowane dokarmianie dolistne w roku 2014 (tab. 22). Rozpatrując współdziałanie czynników doświadczalnych zauważyć można, że w roku 2014 największą zdolnością antyoksydacyjną ABTS charakteryzowały się owoce z kombinacji niemikoryzowanych roślin kontrolnych (tab. 22), zaś w roku 2015 z kombinacji roślin niemikoryzowanych traktowanych preparatem InCa (MF0Ca).

Nie stwierdzono wpływu zabiegu mikoryzacji winorośli oraz zastosowanego dokarmiania dolistnego na zawartość kwasu askorbinowego w świeżej masie owoców odmiany Seyval Blanc (tab. 22).

Analizując interakcję czynników doświadczalnych stwierdzić można, że w roku 2014 największą zawartością kwasu askorbinowego cechowały się owoce roślin z kombinacji MF1Si. Różnice stwierdzone pomiędzy średnimi dla interakcji w roku 2015 i 2016 nie były statystycznie istotne (tab. 22).

Tabela 22. Zawartość polifenoli ogółem, flawonoidów ogółem, aktywność i pojemność antyoksydacyjna oraz zawartość kwasu askorbinowego w owocach winorośli odmiany Seyval Blanc

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
Polifenole ogółem (mg kwasu galusowego·kg ⁻¹ św.m.)			
2014			
K	1113* ± 8,33 d	1234 ± 15,48 e	1174** ± 67,43 B
Si	805 ± 21,43 a	1018 ± 3,57 c	912 ± 117,51A
Ca	950 ± 16,67 bc	927 ± 94,04 b	939 ± 61,66 A
Średnia	956 ± 134,33 A	1060 ± 144,76 A	
2015			
K	1250 ± 26,70 ab	1413 ± 50,73 b	1331 ± 96,30 A
Si	1348 ± 146,86 b	1263 ± 120,16 ab	1306 ± 128,81 A
Ca	1399 ± 90,70 b	1140 ± 93,46 a	1270 ± 164,06A
Średnia	1332 ± 109,40 A	1272 ± 142,79 A	

Tabela 22. Zawartość polifenoli ogółem, flawonoidów ogółem, aktywność i pojemność antyoksydacyjna oraz zawartość kwasu askorbinowego w owocach winorośli odmiany Seyval Blanc (cd.)

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
Flawonoidy ogółem (mg kwercetyny·kg ⁻¹ św.m.)			
2014			
K	154 ± 5,40 c	123 ± 1,30 a	139 ± 17,71 A
Si	133 ± 1,93 b	124 ± 8,11 ab	129 ± 12,52 A
Ca	149 ± 7,33 c	128 ± 2,32 ab	138 ± 12,21 A
Średnia	145 ± 10,58 B	125 ± 4,94 A	
2015			
K	104 ± 0,75 b	93,5 ± 2,24 a	98,7 ± 5,93 A
Si	116 ± 0,75 d	117 ± 0,75 d	117 ± 1,06 C
Ca	111 ± 2,99 c	102 ± 2,99 b	106 ± 5,60 B
Średnia	110 ± 5,43 A	104 ± 10,70 A	
Aktywność antyoksydacyjna DPPH (mg Trolox·kg ⁻¹ św.m.)			
2014			
K	7,32 ± 0,60 ab	8,11 ± 0,56 b	7,72 ± 0,68 A
Si	8,01 ± 0,30 b	7,06 ± 0,78 a	7,53 ± 0,74 A
Ca	7,62 ± 0,06 ab	8,12 ± 0,08 b	7,87 ± 0,28 A
Średnia	7,65 ± 0,45 A	7,76 ± 0,72 A	
2015			
K	8,56 ± 0,17 c	6,83 ± 0,04 a	7,69 ± 0,95 A
Si	7,55 ± 0,37 b	7,30 ± 0,06 b	7,43 ± 0,95 A
Ca	8,73 ± 0,37 c	7,54 ± 0,16 b	8,14 ± 0,70 A
Średnia	8,28 ± 0,62 A	7,23 ± 0,33 A	
Całkowita pojemność antyoksydacyjna ABTS (mg Trolox·kg ⁻¹ św.m.)			
2014			
K	46,6 ± 0,36 b	47,0 ± 0,22 a	46,8 ± 0,32 B
Si	39,8 ± 6,68 a	37,4 ± 0,76 a	38,6 ± 4,45 A
Ca	38,7 ± 1,52 a	37,4 ± 0,13 a	38,1 ± 1,23 A
Średnia	41,7 ± 5,06 A	40,6 ± 4,81 A	
2015			
K	39,3 ± 1,87 c	31,4 ± 0,45 a	35,3 ± 4,52 A
Si	35,2 ± 0,69 b	34,6 ± 0,67 b	34,9 ± 0,67 A
Ca	43,4 ± 1,72 d	35,6 ± 0,82 b	39,5 ± 4,46 A
Średnia	39,3 ± 3,81 B	33,8 ± 2,00 A	
Kwas askorbinowy (mg·100 g ⁻¹ św.m.)			
2014			
K	31,7 ± 1,53 a	44,0 ± 18,03 abc	37,8 ± 13,29 A
Si	45,3 ± 5,51 abc	71,0 ± 19,29 c	58,2 ± 18,94 A
Ca	58,7 ± 20,79 bc	35,0 ± 12,49 ab	46,8 ± 20,08 A
Średnia	45,2 ± 15,90 A	50,0 ± 21,83 A	
2015			
K	46,0 ± 19,80 a	52,7 ± 20,43 a	49,3 ± 18,05 A
Si	36,3 ± 4,73 a	45,0 ± 3,61 a	40,7 ± 6,06 A
Ca	45,3 ± 5,03 a	49,7 ± 10,60 a	47,5 ± 7,79 A
Średnia	45,6 ± 11,17 A	49,1 ± 12,12 A	
2016			
K	41,7 ± 5,51 a	39,7 ± 3,06 a	40,7 ± 4,13 A
Si	40,3 ± 9,07 a	43,0 ± 5,20 a	41,7 ± 7,03 A
Ca	41,7 ± 4,04 a	37,7 ± 3,06 a	39,6 ± 5,88 A
Średnia	41,2 ± 7,21 A	40,1 ± 6,94 A	

Objaśnienie: MF0 – bez mikoryzacji, MF1 – mikoryzacja, K – kontrola, Si – Silvit, Ca – InCa,

* średnie dla interakcji czynników doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$,

** średnie dla czynników głównych doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

4.1.9. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość makroelementów w owocach winorośli odmiany Seyval Blanc

W 2014 roku stwierdzono istotny wpływ badanych czynników na zawartość N w owocach, większą zawartością tego pierwiastka charakteryzowały się owoce roślin mikoryzowanych (tab. 23). Dokarmianie dolistnie preparatem InCa zwiększyło jego ilość w owocach, w stosunku do owoców roślin nawożonych preparatem Silvit. Podobnych zależności nie stwierdzono w pozostałych latach badań. Wpływ interakcji badanych czynników na zawartość azotu w owocach 'Seyval Blanc', stwierdzono w 2014 i 2016 roku. W roku 2014 największą różnicę w ilości tego makroelementu zanotowano pomiędzy owocami roślin z kombinacji MF1Ca ($6,09 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m.) a kombinacją MF0Si ($4,48 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m.), natomiast w 2016 roku pomiędzy kombinacjami MF0Ca ($7,35 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m.) a MF0K ($5,11 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m.).

Nie stwierdzono wpływu zabiegu mikoryzacji na zawartość fosforu w owocach winorośli 'Seyval Blanc' (tab. 23). W 2015 roku zastosowane dokarmianie dolistne preparatami Silvit i InCa zwiększyło zawartość fosforu w owocach. Natomiast w 2016 roku więcej tego makroelementu zakumulowały owoce roślin nawożonych preparatem Silvit niż owoce preparatem InCa. Zastosowanie mikoryzy wraz z dokarmianiem dolistnym preparatem krzemowym spowodowało zwiększenie zawartości fosforu w owocach odmiany Seyval Blanc, w stosunku do pozostałych kombinacji doświadczalnych w roku 2015 i 2016. W 2015 roku najmniejszą zawartość P charakteryzowały się owoce z kombinacji (MFOK).

Zastosowanie szczepionki mikoryzowej wpłynęło na zwiększenie kumulacji potasu w owocach badanej odmiany jedynie w roku 2014 (tab. 23). W przypadku zastosowanych preparatów, stwierdzono, że aplikacja Silvitu w roku 2015 i 2016 przyczyniła się do zwiększenia ilości potasu ogólnego w owocach, w stosunku do jego ilości w owocach kontrolnych. Rozpatrując wpływ interakcji zastosowanych czynników doświadczalnych na zawartość potasu w owocach badanej odmiany należy stwierdzić, że w roku 2014 największe różnice zanotowano pomiędzy kombinacjami MF0Si, a MF1Ca, w roku 2015, pomiędzy MF1, a MF0Ca, zaś w roku 2016, pomiędzy kombinacjami MF0K i MF1Ca, a MF1Si.

Należy zwrócić uwagę, że w przypadku czynników głównych korzystnie na ilość Ca w owocach, w 2016 roku, wpłynęła inokulacja preparatem mikoryzowym (tab. 23). Na zwiększenie zawartości tego składnika w owocach w roku 2014 wpłynęło

dokarmianie dolistne zastosowanymi nawozami, zaś w roku 2015 jedynie aplikacja preparatu InCa. W roku 2016 nie stwierdzono wpływu zastosowanego preparatu na zawartość tego składnika badanej odmiany. Analizując wpływ interakcji czynników doświadczalnych na ilość wapnia w owocach należy stwierdzić, że w roku 2014 najwięcej tego składnika zawierały owoce z kombinacji gdzie aplikowano preparat InCa. W 2015 roku największą zawartością tego składnika charakteryzowały się owoce z kombinacji MF0Si, MF0Ca i MF1Ca. W 2016 roku najmniejszą ilość tego makroskładnika zakumulowały owoce z kombinacji MF0K i MF0Si.

Wykonany zabieg mikoryzacji systemu korzeniowego jedynie w roku 2014 przyczynił się do zwiększenia ilości ogólnych form magnezu w owocach badanej odmiany (tab. 23). Nie stwierdzono wpływu zastosowanego dokarmiania dolistnego na zawartość magnezu w owocach. Rozpatrując wpływ interakcji czynników doświadczalnych należy stwierdzić, że zanotowane w roku 2014 różnice pomiędzy średnimi nie były statystycznie istotne. W roku 2015 największe różnice w zawartości magnezu w owocach zaobserwowano pomiędzy kombinacjami MF1K i MF1Si, a MF0Si. W roku 2016 najwięcej magnezu zakumulowały owoce winorośli z kombinacji MF1Si.

Tabela 23. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość makroelementów w owocach winorośli odmiany Seyval Blanc

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
N [g·kg ⁻¹ s.m.]			
2014			
K	5,39* ± 0,63 bc	5,46 ± 0,56 bc	5,42** ± 0,53 AB
Si	4,48 ± 0,02 a	5,11 ± 0,21 ab	4,79 ± 0,38 A
Ca	5,04 ± 0,42 ab	6,09 ± 0,21 c	5,56 ± 0,65 B
Średnia	4,97 ± 0,55 A	5,58 ± 0,53 B	
2015			
K	6,07 ± 0,61 a	5,60 ± 0,14 a	5,84 ± 0,47 A
Si	6,23 ± 0,07 a	6,02 ± 0,06 a	6,13 ± 0,11 A
Ca	5,60 ± 0,42 a	6,02 ± 0,28 a	5,81 ± 0,39 A
Średnia	5,97 ± 0,47 A	5,88 ± 0,27 A	
2016			
K	5,11 ± 0,77 a	6,16 ± 0,84 abc	5,64 ± 0,92 A
Si	6,16 ± 1,26 abc	6,58 ± 0,28 bc	6,37 ± 0,85 A
Ca	7,35 ± 0,21 c	5,81 ± 0,35 ab	6,58 ± 0,88 A
Średnia	6,21 ± 1,22 A	6,18 ± 0,58 A	
P [g·kg ⁻¹ s.m.]			
2014			
K	1,91 ± 0,07 a	1,98 ± 0,44 a	1,94 ± 0,28 A
Si	1,98 ± 0,02 a	1,91 ± 0,20 a	1,94 ± 0,13 A
Ca	2,05 ± 0,07 a	2,05 ± 0,07 a	2,05 ± 0,06 A
Średnia	1,98 ± 0,07 A	1,98 ± 0,25 A	

Tabela 23. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość makroelementów w owocach winorośli odmiany Seyval Blanc (cd.)

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
P [g·kg ⁻¹ s.m.]			
2015			
K	1,24 ± 0,12 a	1,56 ± 0,07 b	1,40 ± 0,20 A
Si	1,77 ± 0,08 c	2,13 ± 0,07 d	1,95 ± 0,21 B
Ca	1,79 ± 0,10 c	1,85 ± 0,04 c	1,82 ± 0,08 B
Średnia	1,60 ± 0,28 A	1,85 ± 0,25 A	
2016			
K	1,95 ± 0,07 a	1,89 ± 0,05 a	1,93 ± 0,08 AB
Si	1,87 ± 0,02 a	2,26 ± 0,23 b	2,06 ± 0,26 B
Ca	1,85 ± 0,04 a	1,77 ± 0,08 a	1,81 ± 0,07 A
Średnia	1,89 ± 0,07 A	1,97 ± 0,26 A	
K [g·kg ⁻¹ s.m.]			
2014			
K	12,7 ± 0,28 bc	12,8 ± 0,90 bc	12,7 ± 0,60 A
Si	11,6 ± 0,16 a	12,9 ± 0,46 bc	12,2 ± 0,80 A
Ca	12,1 ± 0,07 ab	13,4 ± 0,29 c	12,8 ± 0,72 A
Średnia	12,1 ± 0,51 A	13,0 ± 0,60 B	
2015			
K	13,6 ± 0,53 bc	12,0 ± 11,97 a	12,8 ± 1,08 A
Si	13,4 ± 0,19 b	14,3 ± 0,79 bc	13,9 ± 0,70 B
Ca	14,5 ± 0,09 c	13,7 ± 0,13 bc	14,1 ± 0,46 B
Średnia	13,9 ± 0,59 A	13,3 ± 1,18 A	
2016			
K	11,2 ± 0,23 a	12,0 ± 1,40 ab	11,6 ± 1,00 A
Si	12,1 ± 0,64 ab	13,4 ± 0,24 b	12,8 ± 0,83 B
Ca	12,1 ± 0,48 ab	11,9 ± 0,82 a	12,0 ± 0,62 AB
Średnia	11,8 ± 0,61 A	12,4 ± 1,09 A	
Ca [g·kg ⁻¹ s.m.]			
2014			
K	0,80 ± 0,08 ab	0,76 ± 0,12 a	0,78 ± 0,10 A
Si	0,86 ± 0,16 ab	0,80 ± 0,05 ab	0,83 ± 0,11 A
Ca	1,00 ± 0,08 bc	1,11 ± 0,12 c	1,05 ± 0,11 B
Średnia	0,89 ± 0,13 A	0,89 ± 0,19 A	
2015			
K	1,35 ± 0,16 a	1,39 ± 0,02 a	1,37 ± 0,10 A
Si	1,75 ± 0,23 c	1,50 ± 0,03 ab	1,63 ± 0,20 B
Ca	1,78 ± 0,12 c	1,68 ± 0,06 bc	1,73 ± 0,10 B
Średnia	1,63 ± 0,26 A	1,52 ± 0,13 A	
2016			
K	1,19 ± 0,03 a	1,54 ± 0,12 b	1,37 ± 0,21 A
Si	1,19 ± 0,03 a	1,58 ± 0,16 b	1,39 ± 0,24 A
Ca	1,48 ± 0,07 b	1,66 ± 0,11 b	1,57 ± 0,13 A
Średnia	1,29 ± 0,15 A	1,59 ± 0,13 B	
Mg [g·kg ⁻¹ s.m.]			
2014			
K	0,47 ± 0,02 a	0,54 ± 0,06 a	0,50 ± 0,06 A
Si	0,54 ± 0,07 a	0,57 ± 0,02 a	0,55 ± 0,05 A
Ca	0,50 ± 0,02 a	0,60 ± 0,001 a	0,55 ± 0,05 A
Średnia	0,50 ± 0,05 A	0,57 ± 0,04 B	
2015			
K	0,66 ± 0,03 ab	0,61 ± 0,03 a	0,63 ± 0,03 A
Si	0,73 ± 0,09 b	0,61 ± 0,04 a	0,67 ± 0,09 A
Ca	0,64 ± 0,02 ab	0,71 ± 0,08 ab	0,68 ± 0,07 A
Średnia	0,68 ± 0,06 A	0,65 ± 0,70 A	

Tabela 23. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość makroelementów w owocach winorośli odmiany Seyval Blanc (cd.)

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
Mg [g·kg ⁻¹ s.m.]			
2016			
K	0,70 ± 0,06 b	0,70 ± 0,02 b	0,70 ± 0,04 A
Si	0,63 ± 0,03 a	0,80 ± 0,01 c	0,71 ± 0,09 A
Ca	0,72 ± 0,04 b	0,70 ± 0,03 b	0,71 ± 0,03 A
Średnia	0,68 ± 0,06 A	0,72 ± 0,05 A	

Objaśnienie: MF0 – bez mikoryzacji, MF1 – mikoryzacja, K – kontrola, Si – Silvit, Ca – InCa,

* średnie dla interakcji czynników doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$,

** średnie dla czynników głównych doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

4.1.10. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość sodu i mikroelementów w owocach winorośli odmiany Seyval Blanc

Nie stwierdzono wpływu inokulacji systemu korzeniowego grzybami mikoryzowymi na zawartości ogólnych form sodu, żelaza i miedzi w owocach badanej odmiany (tab. 24). Zastosowanie szczepionki mikoryzowej zwiększyło w roku 2014, ilość manganu oraz w roku 2016 cynku w owocach. W przypadku zastosowanego dokarmiania dolistnego stwierdzono, że preparat Silvit wpłynął na zwiększenie zawartości ogólnych form sodu w owocach odmiany Seyval Blanc w roku 2015 oraz miedzi w roku 2015 i 2016. Preparat InCa wpłynął w roku 2015 na zwiększenie ilości miedzi w owocach. Nie stwierdzono wpływu zastosowanego dokarmiania dolistnego na zawartość żelaza i manganu.

Rozpatrując wpływ interakcji badanych czynników na zawartość sodu w owocach odmiany Seyval Blanc należy podkreślić, że różnice pomiędzy średnimi w roku 2014 i 2016 nie były statystycznie istotne. W roku 2015 najwięcej sodu skumulowały owoce z kombinacji MF0Si (tab. 24). W roku 2014 nie stwierdzono wpływu współdziałania czynników doświadczalnych na ilość żelaza w owocach badanej odmiany. W roku 2015 największe różnice w zawartości tego mikroelementu stwierdzono pomiędzy kombinacjami MF0Ca, a MF1Si, w roku 2016 pomiędzy MF0Ca i MF1K, a MF1Ca. W przypadku zawartości manganu w roku 2014 największe różnice zanotowano pomiędzy kombinacjami MF0K i MF0Si, a MF1Si, zaś w roku 2016 najwięcej tego mikroelementu oznaczono w owocach z kombinacji MF1Si. Stwierdzone w roku 2015 różnice dla interakcji czynników głównych nie były statystycznie istotne. W roku 2014 największe różnice w zawartości cynku w owocach zanotowano pomiędzy kombinacjami

MF0Si, a MF0K, MF1K i MF1Ca, zaś w roku 2015 pomiędzy MF1K, a MF0K. w roku 2016 największe różnice zaobserwowano pomiędzy kombinacjami niemikoryzowanymi, a kombinacją MF1Ca. W przypadku wpływu interakcji czynników doświadczalnych na zawartość miedzi w owocach stwierdzone różnice w roku 2014 nie były statystycznie istotne. W roku 2015 największe różnice w zawartości miedzi w winogronach stwierdzono pomiędzy kombinacjami MF1K, a MF0Si i MF1Si, natomiast w roku 2016 pomiędzy MF1K, a MF0K, MF0Si i MF1Si.

Tabela 24. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość sodu i mikroelementów w owocach winorośli odmiany Seyval Blanc

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
Na [mg·kg ⁻¹ s.m.]			
2014			
K	79,9* ± 2,14 a	79,8 ± 17,17 a	79,8** ± 10,94 A
Si	76,2 ± 10,62 a	86,8 ± 4,96 a	81,5 ± 9,41 A
Ca	79,1 ± 2,08 a	71,5 ± 7,67 a	75,3 ± 6,55 A
Średnia	78,4 ± 5,77 A	79,4 ± 11,77 A	
2015			
K	35,0 ± 3,65 a	34,9 ± 2,30 a	35,0 ± 2,73 A
Si	42,7 ± 4,60 b	39,6 ± 3,08 ab	41,1 ± 3,88 B
Ca	36,4 ± 0,90 a	35,5 ± 0,59 a	36,0 ± 0,82 A
Średnia	38,0 ± 4,62 A	36,7 ± 2,95 A	
2016			
K	32,9 ± 5,21 a	30,4 ± 7,97 a	31,7 ± 8,18 A
Si	29,8 ± 0,89 a	38,5 ± 2,41 a	34,2 ± 5,01 A
Ca	30,2 ± 4,31 a	31,8 ± 1,22 a	31,0 ± 2,96 A
Średnia	31,0 ± 3,71 A	33,5 ± 5,63 A	
Fe [mg·kg ⁻¹ s.m.]			
2014			
K	13,63 ± 0,49 a	14,55 ± 1,73 a	14,09 ± 1,24 A
Si	14,42 ± 0,84 a	12,98 ± 1,10 a	13,70 ± 1,18 A
Ca	14,06 ± 0,97 a	13,26 ± 0,14 a	13,66 ± 0,76 A
Średnia	14,03 ± 0,77 A	13,59 ± 1,25 A	
2015			
K	14,23 ± 2,26 ab	12,52 ± 0,94 ab	13,37 ± 1,81 A
Si	14,79 ± 1,59 ab	15,67 ± 0,34 b	15,23 ± 1,13 A
Ca	12,01 ± 0,71 a	14,13 ± 3,14 ab	13,07 ± 2,34 A
Średnia	13,7 ± 1,91 A	14,10 ± 2,14 A	
2016			
K	9,24 ± 2,42 ab	8,13 ± 1,34 a	8,69 ± 1,85 A
Si	11,02 ± 0,94 ab	13,24 ± 2,25 ab	12,13 ± 1,96 A
Ca	8,20 ± 0,95 a	17,31 ± 9,67 b	12,75 ± 7,91 A
Średnia	9,48 ± 1,85 A	12,89 ± 6,40 A	
Mn [mg·kg ⁻¹ s.m.]			
2014			
K	3,52 ± 0,06 a	5,66 ± 1,06 bc	4,59 ± 1,35 A
Si	3,05 ± 0,16 a	6,90 ± 1,70 c	4,97 ± 2,37 A
Ca	4,12 ± 0,16 ab	5,41 ± 0,21 bc	4,76 ± 0,73 A
Średnia	3,56 ± 0,48 A	5,99 ± 1,22 B	

Tabela 24. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość sodu i mikroelementów w owocach winorośli odmiany Seyval Blanc (cd.)

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
Mn [mg·kg ⁻¹ s.m.]			
2015			
K	5,40 ± 0,98 a	5,09 ± 0,83 a	5,24 ± 0,83 A
Si	4,20 ± 0,28 a	4,97 ± 1,52 a	4,59 ± 1,07 A
Ca	4,56 ± 0,24 a	4,39 ± 0,08 a	4,47 ± 0,18 A
Średnia	4,72 ± 0,74 A	4,82 ± 0,96 A	
2016			
K	2,17 ± 0,03 b	3,05 ± 0,03 c	2,61 ± 0,48 A
Si	1,56 ± 0,08 a	3,71 ± 0,20 d	2,63 ± 1,19 A
Ca	2,56 ± 0,49 b	2,57 ± 0,21 b	2,56 ± 0,33 A
Średnia	2,10 ± 0,50 A	3,11 ± 0,52 A	
Zn [mg·kg ⁻¹ s.m.]			
2014			
K	13,9 ± 0,47 b	13,9 ± 0,77 b	13,9 ± 0,57 A
Si	12,7 ± 0,44 a	13,6 ± 0,22 ab	13,2 ± 0,62 A
Ca	13,5 ± 0,52 ab	14,0 ± 0,90 b	13,7 ± 0,71 A
Średnia	13,3 ± 0,68 A	13,8 ± 0,62 A	
2015			
K	15,2 ± 1,73 b	13,4 ± 0,17 a	14,3 ± 1,49 A
Si	14,1 ± 0,12 ab	14,4 ± 1,00 ab	14,2 ± 0,65 A
Ca	14,1 ± 0,93 ab	13,8 ± 0,55 ab	14,0 ± 0,70 A
Średnia	14,5 ± 1,13 A	13,9 ± 0,71 A	
2016			
K	12,7 ± 0,65 a	13,0 ± 0,25 ab	12,9 ± 0,47 A
Si	12,7 ± 0,21 a	13,0 ± 0,29 ab	12,9 ± 0,28 A
Ca	12,7 ± 0,96 a	13,9 ± 0,10 b	13,3 ± 0,88 A
Średnia	12,7 ± 0,59 A	13,3 ± 0,49 B	
Cu [mg·kg ⁻¹ s.m.]			
2014			
K	2,12 ± 0,40 a	1,90 ± 0,21 a	2,01 ± 0,31 A
Si	2,06 ± 0,06 a	2,14 ± 0,83 a	2,10 ± 0,53 A
Ca	2,29 ± 0,13 a	2,34 ± 0,10 a	2,31 ± 0,11 A
Średnia	2,15 ± 0,24 A	2,12 ± 0,47 A	
2015			
K	4,09 ± 0,20 ab	3,76 ± 0,42 a	3,92 ± 0,34 A
Si	4,90 ± 0,42 c	5,34 ± 0,40 c	5,12 ± 0,44 B
Ca	4,77 ± 0,06 bc	4,68 ± 0,62 bc	4,73 ± 0,40 B
Średnia	4,59 ± 0,45 A	4,59 ± 0,81 A	
2016			
K	4,30 ± 0,22 b	3,74 ± 0,47 a	4,01 ± 0,45 A
Si	4,49 ± 0,32 b	4,35 ± 0,03 b	4,42 ± 0,22 B
Ca	4,07 ± 0,24 ab	4,06 ± 0,14 ab	4,06 ± 0,17 AB
Średnia	4,29 ± 0,29 A	4,05 ± 0,36 A	

Objaśnienie: MF0 – bez mikoryzacji, MF1 – mikoryzacja, K – kontrola, Si – Silvit, Ca – InCa,

* średnie dla interakcji czynników doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$,

** średnie dla czynników głównych doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

4.2. Wyniki doświadczenia II którego celem było określenie wpływu zabiegu inokulacji grzybami mikoryzowymi oraz dolistnej aplikacji antytranspiranta opartego na di-1-P-mentenie na wybrane cechy fizjologiczne, skład chemiczny liści i owoców oraz parametry biometryczne plonu winorośli odmiany Seyval Blanc

4.2.1. Parametry wymiany gazowej w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc

Pomiary parametrów wymiany gazowej badanej odmiany winorośli dokonano w trzech latach, badań w dwóch terminach, a wyniki zamieszczono w tabelach (25 – 30).

4.2.1.1. Natężenie asymilacji CO₂ (A)

Inokulacja grzybami mikoryzowymi systemu korzeniowego winorośli odmiany Seyval Blanc wpłynęła na zwiększenie natężenia asymilacji CO₂ w liściach tylko w II terminie pomiarów (w fazie dojrzewania), w roku 2014 (tab. 25). W pierwszym terminie pomiaru, we wszystkich latach badań, zastosowanie antytranspiranta Vapor Gard wpłynęło na zwiększenie natężenia asymilacji CO₂ w liściach badanej odmiany. Podobnej zależności nie zanotowano w II terminie pomiarów. W fazie dojrzałości antytranspirant oparty o di-1-P-menten wpłynął na zwiększenie natężenia asymilacji CO₂ tylko w roku 2014.

Biorąc pod uwagę interakcję czynników doświadczalnych w I terminie pomiarów, w 2014 roku stwierdzono istotne różnice pomiędzy kombinacjami traktowanymi preparatem Vapor Gard, a kombinacjami kontrolnymi (tab. 25). W roku 2015 największym natężeniem asymilacji CO₂ charakteryzowały się liście z kombinacji MF0VG, zaś w roku 2016 z kombinacji MF1VG. W fazie dojrzewania owoców najmniejsze natężenie asymilacji CO₂ wykazywały liście roślin rosnących w kombinacji MF0K. W roku 2015 stwierdzone różnice pomiędzy średnimi nie były statystycznie istotne. W roku 2016 największe różnice zanotowano pomiędzy kombinacjami MF0K, a MF1K i MF1VG.

Tabela 25. Wpływ czynników doświadczalnych na natężenie asymilacji CO₂ (A) w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc ($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
I Termin			
2014			
K	8,25* ± 2,97 a	8,43 ± 1,20 a	8,34** ± 2,21 A
VG	9,78 ± 1,54 b	9,67 ± 1,04 b	9,72 ± 1,79 B
Średnia	9,01 ± 2,38 A	9,05 ± 1,32 A	
2015			
K	7,33 ± 0,21 a	9,06 ± 0,48 b	8,20 ± 0,96 A
VG	13,28 ± 0,39 c	9,65 ± 0,42 b	11,47 ± 2,56 B
Średnia	10,31 ± 3,07 A	9,35 ± 0,57 A	
2016			
K	17,43 ± 3,02 b	15,74 ± 1,43 a	16,59 ± 2,48 A
VG	17,50 ± 3,02 b	18,83 ± 1,44 c	18,17 ± 3,43 B
Średnia	17,47 ± 3,50 A	17,29 ± 2,11 A	
II Termin			
2014			
K	7,21 ± 1,41 a	10,71 ± 1,04 b	8,96 ± 2,16 A
VG	10,72 ± 1,37 b	11,08 ± 0,95 b	10,90 ± 1,16 B
Średnia	8,96 ± 2,26 A	10,89 ± 0,99 B	
2015			
K	15,80 ± 2,64 a	16,35 ± 1,08 a	16,08 ± 1,99 A
VG	15,93 ± 3,56 a	16,89 ± 3,25 a	16,41 ± 3,37 A
Średnia	15,87 ± 3,15 A	16,63 ± 2,42 A	
2016			
K	9,10 ± 0,78 a	10,35b ± 1,35 b	9,74 ± 1,27 A
VG	9,62 ± 0,55 ab	10,51 ± 2,97 b	10,07 ± 2,14 A
Średnia	9,36 ± 0,72 A	10,43 ± 2,33 A	

Objaśnienie: MF0 – bez mikoryzacji, MF1 – mikoryzacja, K – kontrola, VG – Vapor Gard, I termin - faza przebarwiania się owoców, II termin – faza dojrzewania owoców,

* średnie dla interakcji czynników doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$,

** średnie dla czynników głównych doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

4.2.1.2. Intensywność transpiracji (E)

W przeprowadzonych badaniach nie wykazano wpływu zastosowania szczepionki mikoryzowej na intensywność transpiracji w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc (tab. 26). Zastosowany antytranspirant oparty o di-1-P-menten znacznie zmniejszył, w obu terminach pomiarów, we wszystkich latach badań, intensywność transpiracji w liściach badanej odmiany.

Rozpatrując współdziałanie zastosowanej szczepionki mikoryzowej oraz traktowania roślin di-1-P-mentenem, należy stwierdzić, że mniejszą intensywność transpiracji wykazywały zawsze liście roślin z kombinacji opryskiwanych preparatem Vapor Gard, niezależnie czy były inokulowane grzybami mikoryzowymi (tab. 26).

Tabela 26. Wpływ czynników doświadczalnych na intensywność transpiracji (E) w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc ($\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
I Termin			
2014			
K	1,27* ± 0,33 b	1,35 ± 0,27 b	1,31** ± 0,30 B
VG	1,05 ± 0,50 a	1,03 ± 0,40 a	1,04 ± 0,46 A
Średnia	1,16 ± 0,46 A	1,19 ± 0,34 A	
2015			
K	1,00 ± 0,19 a	1,15 ± 0,17 b	1,07 ± 0,19 B
VG	0,88 ± 0,24 a	0,96 ± 0,41 a	0,92 ± 0,50 A
Średnia	0,94 ± 0,55 A	1,06 ± 0,31 A	
2016			
K	1,76 ± 0,40 b	1,77 ± 0,48 b	1,77 ± 0,44 B
VG	1,45 ± 0,40 a	1,43 ± 0,46 a	1,44 ± 0,45 A
Średnia	1,61 ± 0,43 A	1,60 ± 0,47 A	
II Termin			
2014			
K	1,33 ± 0,35 ab	1,60 ± 0,32 b	1,46 ± 0,35 B
VG	1,17 ± 0,17 a	1,21 ± 0,15 a	1,19 ± 0,16 A
Średnia	1,25 ± 0,46 A	1,41 ± 0,32 A	
2015			
K	2,26 ± 0,42 b	2,23 ± 0,54 b	2,24 ± 0,47 B
VG	1,93 ± 0,23 a	2,02 ± 0,30 a	1,98 ± 0,26 A
Średnia	2,10 ± 0,37 A	2,13 ± 0,44 A	
2016			
K	1,19 ± 0,19 b	1,39 ± 0,37 b	1,29 ± 0,31 B
VG	0,94 ± 0,15 a	1,14 ± 0,23 a	1,04 ± 0,20 A
Średnia	1,07 ± 0,18 A	1,27 ± 0,31 A	

Objaśnienie: MF0 – bez mikoryzacji, MF1 – mikoryzacja, K – kontrola, VG – Vapor Gard, I termin - faza przebarwiania się owoców, II termin – faza dojrzewania owoców,

* średnie dla interakcji czynników doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$,

** średnie dla czynników głównych doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

4.2.1.3. Efektywność wykorzystania wody w fotosyntezie (WUE)

Zastosowanie inokulacji szczepionką mikoryzową nie miało wpływu na efektywność wykorzystania wody w fotosyntezie przez rośliny winorośli (tab. 27). Dolistne zastosowanie antytranspiranta Vapor Gard spowodowało zwiększenie efektywności wykorzystania wody w fotosyntezie w obu analizowanych fazach rozwoju winorośli we wszystkich latach badań, z wyjątkiem fazy dojrzałości owoców w roku 2015.

Analizując wpływ interakcji czynników doświadczalnych na efektywność wykorzystania wody w fotosyntezie można stwierdzić, że największą wartością tego parametru w obu analizowanych fazach rozwojowych winorośli, we wszystkich latach badań charakteryzowały się rośliny z kombinacji w których zastosowano di-1-P-menten

(tab. 27). Jedynym wyjątkiem była faza dojrzałości owoców w roku 2015, gdzie stwierdzone różnice nie były statystycznie istotne.

Tabela 27. Wpływ czynników doświadczalnych na efektywność wykorzystania wody w fotosyntezie (WUE) w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc ($\text{mmol} \cdot \text{mol}^{-1}$)

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
I Termin			
2014			
K	6,50* ± 2,67 a	5,98 ± 1,26 a	6,24** ± 2,05 A
VG	9,31 ± 1,97 b	9,38 ± 1,55 b	9,34 ± 1,79 B
Średnia	7,91 ± 2,31 A	7,68 ± 1,50 A	
2015			
K	7,33 ± 1,27 a	7,88 ± 1,30 a	7,47 ± 1,28 A
VG	15,09 ± 0,89 b	10,05 ± 2,90 b	12,57 ± 2,13 B
Średnia	11,21 ± 1,14 A	8,97 ± 2,20 A	
2016			
K	9,90 ± 1,75 a	8,89 ± 2,52 a	9,39 ± 2,16 A
VG	12,07 ± 5,08 b	13,17 ± 3,99 b	12,62 ± 4,48 B
Średnia	10,99 ± 3,62 A	11,03 ± 3,51 A	
II Termin			
2014			
K	5,42 ± 1,54 a	6,69 ± 1,93 a	6,06 ± 1,83 A
VG	9,16 ± 0,94 b	9,16 ± 0,65 b	9,16 ± 0,80 B
Średnia	7,29 ± 1,26 A	7,92 ± 1,60 A	
2015			
K	6,99 ± 2,38 a	7,33 ± 2,30 a	7,16 ± 2,30 A
VG	8,25 ± 1,98 a	8,36 ± 2,90 a	8,31 ± 2,44 A
Średnia	7,62 ± 2,15 A	7,84 ± 2,56 A	
2016			
K	7,65 ± 1,13 a	7,45 ± 1,86 a	7,55 ± 1,53 A
VG	10,23 ± 0,88 b	9,22 ± 1,91 b	9,73 ± 1,49 B
Średnia	8,94 ± 1,03 A	8,33 ± 1,87 A	

Objaśnienie: MF0 – bez mikoryzacji, MF1 – mikoryzacja, K – kontrola, VG – Vapor Gard, I termin - faza przebarwiania się owoców, II termin – faza dojrzewania owoców,

* średnie dla interakcji czynników doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$,

** średnie dla czynników głównych doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

4.2.1.4. Przewodność szparkowa dla pary wodnej (g_s)

Wpływ inokulacji systemu korzeniowego grzybami mikoryzowymi na przewodność szparkową dla pary wodnej ujawnił się tylko w I terminie pomiarów w 2015 i w II terminie pomiarów w 2014 roku (tab. 28). W pierwszym terminie spowodował on zmniejszenie, zaś w II terminie zwiększenie przewodności szparkowej dla pary wodnej. Wpływ zastosowanego antytranspiranta na omawiany parametr był niejednoznaczny i zaznaczył się jedynie w fazie wybarwiania owoców. W roku 2014 i 2015 Vapor Gard spowodował zwiększenie, zaś w roku 2016 zmniejszenie wartości omawianego parametru fizjologicznego.

Rozpatrują interakcję zastosowanych czynników doświadczalnych należy stwierdzić, że w I terminie pomiaru, w roku 2014 i 2015 największą intensywność przewodności szparkowej wykazywały liście z kombinacji, w których zastosowano antytranspirant (tab. 28), zaś w roku 2016 z kombinacji kontrolnych. W drugim terminie pomiaru, w roku 2014 największą intensywność przewodności szparkowej wykazywały liście z kombinacji MF1VG. W pozostałych latach badań w fazie dojrzałości owoców stwierdzone różnice dla średnich z interakcji nie były statystycznie istotne.

Tabela 28. Wpływ czynników doświadczalnych na przewodność szparkową dla pary wodnej (g_s) w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc ($mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$)

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
I Termin			
2014			
K	0,09* ± 0,02 a	0,09 ± 0,01 a	0,09** ± 0,02 A
VG	0,12 ± 0,04 b	0,14 ± 0,02 b	0,13 ± 0,03 B
Średnia	0,11 ± 0,03 A	0,11 ± 0,03 A	
2015			
K	0,08 ± 0,02 ab	0,07 ± 0,02 a	0,07 ± 0,02 A
VG	0,16 ± 0,01 c	0,09 ± 0,03 b	0,12 ± 0,04 B
Średnia	0,12 ± 0,05 B	0,08 ± 0,02 A	
2016			
K	0,16 ± 0,01 b	0,17 ± 0,04 b	0,16 ± 0,03 B
VG	0,13 ± 0,02 a	0,15 ± 0,03 ab	0,15 ± 0,03 A
Średnia	0,14 ± 0,02 A	0,16 ± 0,03 A	
II Termin			
2014			
K	0,11 ± 0,01 a	0,12 ± 0,01 a	0,11 ± 0,01 A
VG	0,11 ± 0,04 a	0,15 ± 0,01 b	0,13 ± 0,03 A
Średnia	0,11 ± 0,03 A	0,13 ± 0,02 B	
2015			
K	0,22 ± 0,03 a	0,23 ± 0,04 a	0,23 ± 0,03 A
VG	0,22 ± 0,05 a	0,21 ± 0,03 a	0,22 ± 0,04 A
Średnia	0,22 ± 0,04 A	0,22 ± 0,04 A	
2016			
K	0,12 ± 0,02 a	0,16 ± 0,06 a	0,14 ± 0,05 A
VG	0,13 ± 0,02 a	0,15 ± 0,13 a	0,14 ± 0,09 A
Średnia	0,13 ± 0,13 A	0,15 ± 0,10 A	

Objaśnienie: MF0 – bez mikoryzacji, MF1 – mikoryzacja, K – kontrola, VG – Vapor Gard, I termin - faza przebarwiania się owoców, II termin – faza dojrzewania owoców,

* średnie dla interakcji czynników doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$,

** średnie dla czynników głównych doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

4.2.1.5. Stężenie CO₂ w przestworach międzykomórkowych liści (c_i)

Wpływ szczepionki mikoryzowej na stężenie CO₂ w przestworach międzykomórkowych liści, stwierdzono tylko w roku 2015 (tab. 29). W obu terminach pomiarów inokulacja mikoryzą powodowała zmniejszenie wartości omawianego

parametru. Zastosowanie antytranspiranta spowodowało zwiększenie stężenia CO₂ w przestworach międzykomórkowych liści odmiany Seyval Blanc w pierwszym terminie pomiarów w roku 2014 i 2015, zaś w drugim terminie pomiarów tylko w roku 2014.

Analizując wpływ współdziałania czynników doświadczalnych, należy zwrócić uwagę, że w terminie przebarwiania owoców w roku 2014 największe stężenie CO₂ w przestworach międzykomórkowych liści zanotowano dla kombinacji MF1VG, zaś w 2015 dla kombinacji MF0VG (tab. 29). W roku 2016 największe różnice pomiędzy średnimi stwierdzono między kombinacjami MF1K i MF0VG, a MF1VG. W fazie dojrzałości w roku 2014, podobnie jak w I terminie pomiarów, największe stężenie CO₂ w przestworach międzykomórkowych liści zanotowano dla kombinacji MF1VG. W roku 2015 największe różnice pomiędzy średnimi stwierdzono między kombinacjami MF0VG, a MF1K i MF1VG. W roku 2016 stwierdzone różnice dla średnich z interakcji nie były statystycznie istotne.

Tabela 29. Wpływ czynników doświadczalnych na stężenie CO₂ w przestworach międzykomórkowych (c) liści winorośli odmiany Seyval Blanc ($\mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$)

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
I Termin			
2014			
K	308* ± 34,0 bc	224 ± 29,5 a	266** ± 53,6 A
VG	298 ± 29,9 b	331 ± 19,6 c	314 ± 29,9 B
Średnia	303 ± 31,7 A	277 ± 60,0 A	
2015			
K	199 ± 52,4 ab	158 ± 25,8 a	178 ± 45,3 A
VG	270 ± 5,15 c	216 ± 70,0 b	243 ± 55,8 B
Średnia	235 ± 51,6 B	187 ± 59,4 A	
2016			
K	215 ± 26,8 ab	232 ± 35,8 b	223 ± 32,2 A
VG	244 ± 39,3 b	196 ± 57,5 a	219 ± 54,6 A
Średnia	229 ± 35,7 A	214 ± 50,4 A	
II Termin			
2014			
K	314 ± 14,9 b	247 ± 16,1 a	280 ± 37,3 A
VG	303 ± 7,29 b	334 ± 18,0 c	318 ± 20,9 B
Średnia	308 ± 12,7 A	290 ± 47,5 A	
2015			
K	360 ± 70,3 ab	329 ± 60,9 a	345 ± 66,2 A
VG	422 ± 111,6 b	342 ± 42,4 a	382 ± 92,2 A
Średnia	391 ± 96,5 B	336 ± 51,7 A	

Tabela 29. Wpływ czynników doświadczalnych na stężenie CO₂ w przestworach międzykomórkowych (c_i) liści winorośli odmiany Seyval Blanc ($\mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$) (cd.)

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
II Termin			
2016			
K	282 ± 18,3 a	284 ± 36,1 a	283 ± 28,5 A
VG	292 ± 19,5 a	284 ± 37,8 a	288 ± 30,2 A
Średnia	287 ± 19,3 A	284 ± 36,6 A	

Objaśnienie: MF0 – bez mikoryzacji, MF1 – mikoryzacja, K – kontrola, VG – Vapor Gard, I termin - faza przebarwiania się owoców, II termin – faza dojrzewania owoców,

* średnie dla interakcji czynników doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$,

** średnie dla czynników głównych doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

4.2.2. Zawartość barwników asymilacyjnych w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc

4.2.2.1. Zawartość chlorofilu „a”

Wpływ zastosowanych czynników doświadczalnych na zawartość chlorofilu „a” w liściach odmiany Seyval Blanc był zróżnicowany i niejednoznaczny. Zastosowanie inokulum grzybów mikoryzowych wpłynęło na zmniejszenie ilości chlorofilu „a” w liściach badanej odmiany w I i II terminie pomiarów w roku 2016, zaś na zwiększenie jego zawartości w I terminie pomiarów w roku 2015 (tab. 30). Zastosowanie antytranspiranta spowodowało zmniejszenie zawartości chlorofilu „a” w I terminie pomiarów w roku 2014, zaś zwiększenie jego ilości w liściach w I terminie pomiarów w roku 2015 oraz w II terminie pomiarów w roku 2014.

Analizując wpływ współdziałania zabiegu mikoryzacji z zastosowaniem di-1-P-mentenu należy stwierdzić, że w fazie wybarwiania owoców, w roku 2014 i 2015, największą zawartością chlorofilu „a” charakteryzowały się liście mikoryzowanych roślin kontrolnych (kombinacja MF1K) (tab. 30). W roku 2016 największą ilość chlorofilu „a” zanotowano w liściach niemikoryzowanych roślin kontrolnych (MF0K). W fazie dojrzałości, w roku 2014 największe różnice zanotowano pomiędzy kombinacjami MF1K, a MF0VG, w roku 2015 pomiędzy kombinacjami MF1VG, MF1K, a w roku 2016 pomiędzy MF1K i MF1VG, a MF0VG.

Tabela 30. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość chlorofilu „a” w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc (mg · g⁻¹ św.m.)

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
I Termin			
2014			
K	1,61* ± 0,01 bc	1,70 ± 0,06 c	1,65** ± 0,06 B
VG	1,38 ± 0,08 a	1,51 ± 0,02 b	1,45 ± 0,09 A
Średnia	1,49 ± 0,13 A	1,61 ± 0,11 A	
2015			
K	1,23 ± 0,01 a	1,60 ± 0,07 d	1,42 ± 0,21 A
VG	1,39 ± 0,02 b	1,49 ± 0,04 c	1,44 ± 0,06 B
Średnia	1,31 ± 0,09 A	1,55 ± 0,08 B	
2016			
K	1,59 ± 0,06 b	1,24 ± 0,04 a	1,42 ± 0,20 A
VG	1,34 ± 0,07 a	1,32 ± 0,07 a	1,33 ± 0,06 A
Średnia	1,47 ± 0,15 B	1,28 ± 0,07 A	
II Termin			
2014			
K	1,61 ± 0,01 a	1,63 ± 0,04 a	1,62 ± 0,03 A
VG	1,84 ± 0,05 c	1,72 ± 0,06 b	1,78 ± 0,09 B
Średnia	1,72 ± 0,13 A	1,67 ± 0,07 A	
2015			
K	1,35 ± 0,04 ab	1,58 ± 0,15 b	1,47 ± 0,16 A
VG	1,38 ± 0,18 ab	1,29 ± 0,09 a	1,33 ± 0,14 A
Średnia	1,36 ± 0,12 A	1,43 ± 0,20 A	
2016			
K	1,41 ± 0,23 ab	1,22 ± 0,12 a	1,31 ± 0,19 A
VG	1,73 ± 0,33 b	1,25 ± 0,15 a	1,49 ± 0,35 A
Średnia	1,57 ± 0,31 B	1,23 ± 0,12 A	

Objaśnienie: MF0 – bez mikoryzacji, MF1 – mikoryzacja, K – kontrola, VG – Vapor Gard, I termin - faza przebarwiania się owoców, II termin – faza dojrzewania owoców,

* średnie dla interakcji czynników doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$,

** średnie dla czynników głównych doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

4.2.2.2. Zawartość chlorofilu „b”

Wpływ zastosowanych czynników doświadczalnych na zawartość chlorofilu „b” w liściach odmiany Seyval Blanc, podobnie jak na ilość chlorofilu „a”, był różnicowany i niejednoznaczny. Zastosowanie szczepionki mikoryzowej wpłynęło na zmniejszenie ilości chlorofilu „b” w liściach badanej odmiany w I i II terminie pomiarów w roku 2016 (tab. 31). Zastosowanie antytranspiranta spowodowało zwiększenie zawartości chlorofilu „b”, zarówno w fazie wybarwiania, jaki dojrzewania owoców w roku 2014.

Analizując wpływ interakcji, należy stwierdzić, że w fazie wybarwiania owoców, w roku 2014, największą zawartością chlorofilu „b” charakteryzowały się liście roślin z kombinacji traktowanych preparatem Vapor Gard (tab. 31). W roku 2015 największą ilość chlorofilu „b” zanotowano w liściach mikoryzowanych roślin kontrolnych (MF1K),

a w roku 2016 nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy średnimi. W fazie dojrzałości, w roku 2014 największej chlorofilu „b” stwierdzono w liściach z kombinacji MF1VG. W roku 2015 największe różnice zanotowano pomiędzy kombinacjami MF1VG i MF0K, a MF1K, a w roku 2016 pomiędzy MF1VG, a MF0VG.

Tabela 31. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość chlorofilu „b” w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc (mg · g⁻¹ św.m.)

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
I Termin			
2014			
K	0,71* ± 0,01 b	0,61 ± 0,01 a	0,66** ± 0,05 A
VG	0,71 ± 0,01 b	0,72 ± 0,02 b	0,71 ± 0,01 B
Średnia	0,71 ± 0,01 A	0,66 ± 0,06 A	
2015			
K	0,60 ± 0,001 a	0,88 ± 0,02 c	0,74 ± 0,15 A
VG	0,70 ± 0,02 b	0,64 ± 0,04 a	0,67 ± 0,04 A
Średnia	0,65 ± 0,05 A	0,76 ± 0,13 A	
2016			
K	0,62 ± 0,01 a	0,54 ± 0,04 a	0,58 ± 0,05 A
VG	0,60 ± 0,04 a	0,56 ± 0,08 a	0,58 ± 0,06 A
Średnia	0,61 ± 0,03 B	0,55 ± 0,05 A	
II Termin			
2014			
K	0,68 ± 0,04 ab	0,60 ± 0,04 a	0,63 ± 0,06 A
VG	0,70 ± 0,01 b	0,79 ± 0,08 c	0,75 ± 0,07 B
Średnia	0,69 ± 0,03 A	0,69 ± 0,12 A	
2015			
K	0,56 ± 0,05 a	0,68 ± 0,06 b	0,62 ± 0,08 A
VG	0,62 ± 0,07 ab	0,53 ± 0,07 a	0,58 ± 0,08 A
Średnia	0,59 ± 0,06 A	0,61 ± 0,10 A	
2016			
K	0,61 ± 0,09 ab	0,53 ± 0,05 ab	0,57 ± 0,08 A
VG	0,69 ± 0,16 b	0,47 ± 0,05 a	0,58 ± 0,16 A
Średnia	0,65 ± 0,12 B	0,50 ± 0,06 A	

Objaśnienie: MF0 – bez mikoryzacji, MF1 – mikoryzacja, K – kontrola, VG – Vapor Gard, I termin - faza przebarwiania się owoców, II termin – faza dojrzewania owoców,

* średnie dla interakcji czynników doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$,

** średnie dla czynników głównych doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

4.2.2.3. Zawartość chlorofilu całkowitego

Zastosowanie inokulum grzybów mikoryzowych wpłynęło na zmniejszenie ilości chlorofilu całkowitego w liściach badanej odmiany w I i II terminie pomiarów w roku 2016, zaś na zwiększenie jego zawartości w I terminie pomiarów w roku 2015 (tab. 32). Aplikacja antytranspiranta opartego na di-1-P-mentenie, w roku 2014, spowodowała zmniejszenie zawartości chlorofilu całkowitego w I terminie pomiarów, zaś zwiększenie jego ilości w liściach w II terminie pomiarów.

Analizując wpływ współdziałania zabiegu mikoryzacji z zastosowaniem preparatu Vapor Gard należy stwierdzić, że w fazie wybarwiania owoców, w roku 2014 największą zawartością chlorofilu całkowitego charakteryzowały się liście z kombinacji MF0K, MF1K i MF1VG, w roku 2015 z kombinacji MF1K, a w roku 2016 z kombinacji MF0K (tab. 32). W fazie dojrzałości, w roku 2014 największą ilość chlorofilu całkowitego wykazywały liście z kombinacji traktowanych antytranspirantem. W roku 2015 największe różnice zanotowano pomiędzy kombinacjami MF1VG, a MF1K, a w roku 2016 pomiędzy kombinacjami MF1K i MF1VG, a MF0VG.

Tabela 32. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość chlorofilu całkowitego w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ św.m.)

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
I Termin			
2014			
K	2,32* ± 0,004 b	2,31 ± 0,06 b	2,32** ± 0,04 B
VG	2,09 ± 0,08 a	2,23 ± 0,03 b	2,16 ± 0,09 A
Średnia	2,21 ± 0,13 A	2,27 ± 0,06 A	
2015			
K	1,84 ± 0,02 a	2,48 ± 0,05 d	2,16 ± 0,36 A
VG	2,09 ± 0,001 b	2,14 ± 0,003 c	2,11 ± 0,03 A
Średnia	1,96 ± 0,14 A	2,31 ± 0,19 B	
2016			
K	2,21 ± 0,07 b	1,78 ± 0,08 a	2,00 ± 0,24 A
VG	1,94 ± 0,08 a	1,88 ± 0,14 a	1,91 ± 0,11 A
Średnia	2,08 ± 0,16 B	1,83 ± 0,12 A	
II Termin			
2014			
K	2,29 ± 0,03 a	2,22 ± 0,06 a	2,26 ± 0,05 A
VG	2,54 ± 0,07 b	2,51 ± 0,03 b	2,53 ± 0,05 B
Średnia	2,42 ± 0,15 A	2,37 ± 0,16 A	
2015			
K	1,91 ± 0,09 ab	2,26 ± 0,20 b	2,08 ± 0,24 A
VG	2,00 ± 0,24 ab	1,82 ± 0,16 a	1,91 ± 0,21 A
Średnia	1,95 ± 0,17 A	2,04 ± 0,29 A	
2016			
K	2,02 ± 0,31 ab	1,75 ± 0,17 a	1,89 ± 0,27 A
VG	2,42 ± 0,49 b	1,72 ± 0,20 a	2,07 ± 0,51 A
Średnia	2,22 ± 0,43 B	1,73 ± 0,17 A	

Objaśnienie: MF0 – bez mikoryzacji, MF1 – mikoryzacja, K – kontrola, VG – Vapor Gard, I termin - faza przebarwiania się owoców, II termin – faza dojrzwania owoców,

* średnie dla interakcji czynników doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$,

** średnie dla czynników głównych doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

4.2.2.4. Zawartość karotenoidów

Zastosowanie inokulum grzybów mikoryzowych wpłynęło na zwiększenie zawartości karotenoidów w liściach badanej odmiany w I terminie pomiarów w roku 2014 i 2015 oraz w II terminie pomiarów w roku 2014 (tab. 33). W fazie przebarwiania owoców, w roku 2016 zastosowanie szczepionki mikoryzowej przyczyniło się do zmniejszenia zawartości karotenoidów w liściach odmiany Seyval Blanc. Nie stwierdzono wpływu zastosowanego antytranspiranta na ilość karotenoidów w liściach badanej odmiany.

Analizując wpływ współdziałania zabiegu mikoryzacji z zastosowaniem di-1-P-mentenu należy stwierdzić, że w fazie wybarwiania owoców, w roku 2014 i 2015, największą zawartością karotenoidów charakteryzowały się liście roślin z kombinacji mikoryzowanych (tab. 33), zaś w roku 2016 liście z niemikoryzowanych roślin kontrolnych (MF0K). W fazie dojrzałości, w roku 2014, podobnie jak w I terminie pomiarów, największą zawartością karotenoidów charakteryzowały się liście roślin z kombinacji mikoryzowanych. W roku 2015 największe różnice zanotowano pomiędzy kombinacjami MF0VG, a MF0K i MF1VG. Stwierdzone różnice w roku 2016 nie były statystycznie istotne.

Tabela 33. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość karotenoidów w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ św.m.)

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
I Termin			
2014			
K	0,82* ± 0,04 b	0,89 ± 0,04 c	0,85** ± 0,04 A
VG	0,62 ± 0,01 a	0,92 ± 0,02 c	0,77 ± 0,17 A
Średnia	0,72 ± 0,11 A	0,90 ± 0,03 B	
2015			
K	0,64 ± 0,03 a	0,79 ± 0,02 b	0,71 ± 0,09 A
VG	0,60 ± 0,01 a	0,94 ± 0,03 c	0,77 ± 0,19 A
Średnia	0,62 ± 0,03 A	0,87 ± 0,08 B	
2016			
K	0,96 ± 0,03 c	0,74 ± 0,06 a	0,85 ± 0,13 A
VG	0,83 ± 0,04 b	0,84 ± 0,01 b	0,84 ± 0,04 A
Średnia	0,89 ± 0,08 B	0,79 ± 0,08 A	
II Termin			
2014			
K	0,71 ± 0,01 a	0,92 ± 0,06 b	0,81 ± 0,12 A
VG	0,73 ± 0,02 a	0,95 ± 0,02 b	0,84 ± 0,13 A
Średnia	0,72 ± 0,02 A	0,93 ± 0,04 B	
2015			
K	0,83 ± 0,05 b	0,74 ± 0,09 ab	0,78 ± 0,08 A
VG	0,65 ± 0,06 a	0,87 ± 0,08 b	0,75 ± 0,13 A
Średnia	0,74 ± 0,11 A	0,80 ± 0,10 A	

Tabela 33. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość karotenoidów w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ św.m.) (cd)

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
II Termin			
2016			
K	0,71 ± 0,32 a	0,75 ± 0,07 a	0,73 ± 0,21 A
VG	1,04 ± 0,17 a	0,77 ± 0,07 a	0,90 ± 0,19 A
Średnia	0,88 ± 0,29 A	0,76 ± 0,06 A	

Objaśnienie: MF0 – bez mikoryzacji, MF1 – mikoryzacja, K – kontrola, VG – Vapor Gard, I termin - faza przebarwiania się owoców, II termin – faza dojrzewania owoców,

* średnie dla interakcji czynników doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$,

** średnie dla czynników głównych doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

4.2.3. Parametry fluorescencji chlorofilu w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc

4.2.3.1. Maksymalna, potencjalna efektywność reakcji fotochemicznej w PS II w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc (F_v/F_m)

Zastosowana szczepionka mikoryzowa wpłynęła na zwiększenie potencjalnej reakcji fotochemicznej w PS II jedynie w roku 2014 w fazie przebarwiania owoców (tab. 34). Aplikacja dolistna di-1-P-mentenu wpłynęło na zwiększenie wartości omawianego parametru w fazie wybarwiania owoców w roku 2016 oraz fazie dojrzewania w roku 2014.

Analizując wpływ współdziałania zabiegu mikoryzacji z zastosowanym dolistnie antytranspirantem na omawiany parametr, należy zwrócić uwagę, że w pierwszym terminie pomiaru, w roku 2014, największe różnice stwierdzono pomiędzy kombinacjami MF1K i MF1VG, a MF0K (tab. 34). W roku 2015 nie stwierdzono różnic pomiędzy średnimi. W roku 2016 największe różnice zanotowano pomiędzy kombinacjami MF0K i MF1K, a MF0VG. W fazie dojrzewania owoców różnice statystycznie istotne zanotowano jedynie w roku 2014 pomiędzy kombinacjami MF0K, a MF1K i MF1VG.

Tabela 34. Wpływ czynników doświadczalnych na maksymalną potencjalną efektywność reakcji fotochemicznej w PS II (F_v/F_m) w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
I Termin			
2014			
K	0,81* ± 0,01 a	0,83 ± 0,01 b	0,82** ± 0,02 A
VG	0,82 ± 0,01 ab	0,83 ± 0,01 b	0,82 ± 0,01 A
Średnia	0,81 ± 0,01 A	0,83 ± 0,01 B	

Tabela 34. Wpływ czynników doświadczalnych na maksymalną potencjalną efektywność reakcji fotochemicznej w PS II (F_v/F_m) w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc (cd)

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
I Termin			
2015			
K	0,82 ± 0,05 a	0,77 ± 0,13 a	0,80 ± 0,10 A
VG	0,83 ± 0,01 a	0,82 ± 0,02 a	0,82 ± 0,01 A
Średnia	0,83 ± 0,03 A	0,79 ± 0,10 A	
2016			
K	0,79 ± 0,02 a	0,78 ± 0,02 a	0,79 ± 0,02 A
VG	0,81 ± 0,02 b	0,80 ± 0,01 ab	0,80 ± 0,02 B
Średnia	0,80 ± 0,02 A	0,79 ± 0,02 A	
II Termin			
2014			
K	0,81 ± 0,02 ab	0,83 ± 0,01 b	0,82 ± 0,02 B
VG	0,81 ± 0,001 a	0,83 ± 0,01 a	0,81 ± 0,01 A
Średnia	0,81 ± 0,01 A	0,82 ± 0,01 A	
2015			
K	0,76 ± 0,03 a	0,76 ± 0,04 a	0,76 ± 0,03 A
VG	0,77 ± 0,03 a	0,76 ± 0,04 a	0,76 ± 0,03 A
Średnia	0,76 ± 0,03 A	0,76 ± 0,04 A	
2016			
K	0,80 ± 0,05 a	0,79 ± 0,03 a	0,79 ± 0,04 A
VG	0,80 ± 0,02 a	0,79 ± 0,03 a	0,79 ± 0,03 A
Średnia	0,80 ± 0,04 A	0,79 ± 0,03 A	

Objaśnienie: MF0 – bez mikoryzacji, MF1 – mikoryzacja, K – kontrola, VG – Vapor Gard, I termin - faza przebarwiania się owoców, II termin – faza dojrzewania owoców,

* średnie dla interakcji czynników doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$,

** średnie dla czynników głównych doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

4.2.3.2. Czas wzrostu fluorescencji chlorofilu od początku pomiaru do osiągnięcia maksimum w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc (T_{FM})

W przeprowadzonych badaniach nie stwierdzono wpływu zastosowanej szczepionki mikoryzowej na czas wzrostu fluorescencji chlorofilu od początku pomiaru do osiągnięcia maksimum (tab. 35). W przypadku drugiego czynnika doświadczalnego, di-1-P-mentenu, jego wpływ na zwiększenie wartości parametru T_{FM} zaobserwowano jedynie w roku 2014, zarówno w fazie wybarwiania, jaki i dojrzewania owoców.

Analizując interakcję czynników doświadczalnych w I terminie pomiaru należy zwrócić uwagę, że w roku 2014, największą wartość tego parametru stwierdzono w kombinacji MF0VG (tab. 35). W roku 2015 i 2016 stwierdzone różnice pomiędzy średnimi nie były statystycznie istotne. Nie stwierdzono również różnic istotnych

statystycznie pomiędzy średnimi dla interakcji w fazie dojrzałości (we wszystkich latach badań).

Tabela 35. Wpływ czynników doświadczalnych na czas wzrostu fluorescencji chlorofilu (T_{FM}) od początku pomiaru do osiągnięcia maksimum w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
I Termin			
2014			
K	290 ± 17,32 a*	297 ± 5,77 a	293 ± 12,11 A**
VG	400 ± 26,46 b	303 ± 15,28 a	351 ± 56,36 B
Średnia	345 ± 63,48 A	300 ± 10,95 A	
2015			
K	281 ± 31,40 a	267 ± 89,72 a	274 ± 65,63 A
VG	293 ± 47,43 a	288 ± 12,02 a	291 ± 33,69 A
Średnia	287 ± 39,53 A	277 ± 63,04 A	
2016			
K	266 ± 44,75 a	267 ± 59,37 a	266 ± 51,01 A
VG	277 ± 20,62 a	317 ± 80,31 a	297 ± 60,49 A
Średnia	271 ± 34,28 A	292 ± 73,18 A	
II Termin			
2014			
K	280 ± 10,00 a	313 ± 32,15 a	297 ± 28,05 A
VG	350 ± 50,00 a	313 ± 32,15 a	350 ± 44,72 B
Średnia	315 ± 50,10 A	332 ± 42,62 A	
2015			
K	543 ± 126,10 a	478 ± 130,17 a	511 ± 128,82 A
VG	510 ± 138,38 a	589 ± 33,33 a	549 ± 105,75 A
Średnia	527 ± 129,57 A	533 ± 108,47 A	
2016			
K	281 ± 21,47 a	312 ± 148,56 a	297 ± 104,21 A
VG	286 ± 20,07 a	277 ± 15,81 a	281 ± 18,11 A
Średnia	283 ± 20,29 A	294 ± 104,11 A	

Objaśnienie: MF0 – bez mikoryzacji, MF1 – mikoryzacja, K – kontrola, VG – Vapor Gard, I termin - faza przebarwiania się owoców, II termin – faza dojrzewania owoców,

* średnie dla interakcji czynników doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$,

** średnie dla czynników głównych doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

4.2.3.3. Powierzchnia nad krzywą indukcji fluorescencji chlorofilu „a” proporcjonalna do wielkości puli zredukowanych plastochinonowych akceptorów elektronów w PS II w liściach odmiany Seyval Blanc (AREA)

Wpływ szczepionki mikoryzowej na powierzchnię nad krzywą indukcji fluorescencji chlorofilu „a” proporcjonalną do wielkości puli zredukowanych plastochinonowych akceptorów elektronów w PS II zanotowano tylko w roku 2014, zarówno w I, jak i II terminie pomiarów (tab. 36). Nie stwierdzono natomiast wpływu aplikacji preparatu Vapor Gard na omawiany parametr.

Analizując współdziałanie czynników doświadczalnych na parametr AREA należy stwierdzić, że w I terminie różnice istotne pomiędzy średnimi zanotowano w roku 2014 i 2016 (tab. 36). W roku 2014 największe różnice pomiędzy średnimi stwierdzono pomiędzy kombinacjami niemikoryzowanymi, a kombinacjami w których zastosowano inokulację grzybami mikoryzowymi. W roku 2016 największe różnice pomiędzy średnimi wykazano pomiędzy kombinacjami MF1K i MF1VG. W drugim terminie pomiarów największe różnice pomiędzy średnimi wartościami parametru AREA zanotowano w 2014 roku pomiędzy kombinacjami niemikoryzowanymi, a kombinacjami w których zastosowano szczepionkę mikoryzową. Różnice stwierdzone pomiędzy średnimi w roku 2015 i 2016 nie były statystycznie istotne.

Tabela 36. Wpływ czynników doświadczalnych na powierzchnię nad krzywą indukcji fluorescencji chlorofilu „a” proporcjonalną do wielkości puli zredukowanych plastochinonowych akceptorów elektronów w PSII w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc (AREA)

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
I Termin			
2014			
K	59027* ± 2294 a	67578 ± 2897 b	63302** ± 5235 A
VG	58088 ± 1552 a	68610 ± 1109 b	63349 ± 5889 A
Średnia	58557 ± 1829 A	68094 ± 2042 B	
2015			
K	57731 ± 19344 a	52764 ± 18960 a	55247 ± 18756 A
VG	62931 ± 6718 a	56156 ± 8950 a	59543 ± 8431 A
Średnia	60331 ± 14300 A	54460 ± 14488 A	
2016			
K	45274 ± 10687 ab	37953 ± 11226 a	41614 ± 11458 A
VG	46824 ± 9048 ab	49155 ± 8591 b	47990 ± 8643 A
Średnia	46049 ± 9639 A	43064 ± 11546 A	
II Termin			
2014			
K	58893 ± 4691 a	67766 ± 3180 b	63330 ± 6039 A
VG	63089 ± 2123 a	67799 ± 3180 b	65444 ± 2908 A
Średnia	60991 ± 3986 A	67783 ± 2011 B	
2015			
K	56994 ± 21122 a	54827 ± 21759 a	55911 ± 20832 A
VG	57552 ± 18613 a	55664 ± 15563 a	56608 ± 16672 A
Średnia	57273 ± 19315 A	55245 ± 18357 A	
2016			
K	46595 ± 12615 a	40302 ± 9413 a	43448 ± 11272 A
VG	41941 ± 7084 a	40416 ± 7140 a	41179 ± 6944 A
Średnia	44268 ± 10210 A	40359 ± 8105 A	

Objaśnienie: MF0 – bez mikoryzacji, MF1 – mikoryzacja, K – kontrola, VG – Vapor Gard, I termin - faza przebarwiania się owoców, II termin – faza dojrzewania owoców,

* średnie dla interakcji czynników doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$,

** średnie dla czynników głównych doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

4.2.3.4. Wskaźnik witalności systemu PSII (PI)

W przeprowadzonych badaniach stwierdzono wpływ inokulacji systemu korzeniowego szczepionką mikoryzową na zwiększenie wartości wskaźnika witalności systemu PSII jedynie w fazie przebarwiania owoców w roku 2014 (tab. 37). Nie zaobserwowano wpływu dolistnego zastosowania antytranspiranta na omawiany parametr fizjologiczny.

Analizując współdziałanie czynników doświadczalnych na wartości wskaźnika witalności systemu PSII należy stwierdzić, że różnice istotne pomiędzy średnimi zanotowano jedynie w fazie wybarwiania owoców w roku 2014 (tab. 37). Największe różnice pomiędzy średnimi stwierdzono pomiędzy kombinacjami niemikoryzowanymi, a kombinacjami w których zastosowano inokulację grzybami mikoryzowymi.

Tabela 37. Wpływ czynników doświadczalnych na wskaźnik witalności systemu PSII (PI) w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
I Termin			
2014			
K	0,94* ± 0,06 a	1,44 ± 0,07 c	1,19** ± 0,28 A
VG	1,11 ± 0,12 b	1,44 ± 0,07 c	1,28 ± 0,20 A
Średnia	1,03 ± 0,13 A	1,44 ± 0,06 B	
2015			
K	2,18 ± 0,81 a	2,51 ± 1,29 a	2,34 ± 1,06 A
VG	2,35 ± 0,54 a	2,37 ± 0,77 a	2,36 ± 0,64 A
Średnia	2,27 ± 0,68 A	2,44 ± 1,03 A	
2016			
K	1,07 ± 0,61 a	0,79 ± 0,43 a	0,93 ± 0,53 A
VG	1,24 ± 0,29 a	1,14 ± 0,36 a	1,19 ± 0,32 A
Średnia	0,15 ± 0,47 A	0,97 ± 0,43 A	
II Termin			
2014			
K	1,03 ± 0,29 a	1,56 ± 0,20 a	1,29 ± 0,37 A
VG	1,39 ± 0,52 a	0,93 ± 0,19 a	1,17 ± 0,41 A
Średnia	1,21 ± 0,43 A	1,26 ± 0,36 A	
2015			
K	0,78 ± 0,64 a	0,65 ± 0,33 a	0,73 ± 0,51 A
VG	0,82 ± 0,46 a	0,80 ± 0,42 a	0,79 ± 0,43 A
Średnia	0,80 ± 0,54 A	0,72 ± 0,38 A	
2016			
K	1,27 ± 0,70 a	0,96 ± 0,64 a	1,12 ± 0,67 A
VG	1,09 ± 0,48 a	0,82 ± 0,46 a	0,96 ± 0,48 A
Średnia	1,18 ± 0,59 A	0,89 ± 0,55 A	

Objaśnienie: MF0 – bez mikoryzacji, MF1 – mikoryzacja, K – kontrola, VG – Vapor Gard, I termin - faza przebarwiania się owoców, II termin – faza dojrzewania owoców,

* średnie dla interakcji czynników doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$,

** średnie dla czynników głównych doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

4.2.4. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość makroelementów w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc

Zastosowana szczepionka mikoryzowa nie wpłynęła na zawartość ogólnych form azotu, fosforu i magnezu w liściach odmiany Seyval Blanc (tab. 38). W przypadku zawartości potasu, inokulacja systemu korzeniowego jedynie w roku 2014 spowodowała zwiększenie ilości tego makroskładnika w liściach badanej odmiany. W przypadku wapnia mikoryzacja wpłynęła niejednoznacznie na jego zawartość, w roku 2013 zwiększając, a w roku 2014 zmniejszając jego ilość w liściach. W roku 2015 i 2016 nie stwierdzono wpływu omawianego czynnika doświadczalnego na akumulację tego makroelementu w winogronach badanej odmiany. W przypadku zastosowanego antytranspiranta opartego na di-1-P-mentenie, stwierdzono, że nie wpłynął on na zawartość oznaczonych makroskładników w liściach odmiany Seyval Blanc (tab. 38).

Rozpatrując wpływ interakcji badanych czynników na zawartość makroelementów w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc należy zwrócić uwagę, że w roku 2013 najwięcej azotu ogólnego stwierdzono w liściach z kombinacji MF1K, a w roku 2016 największe różnice w zawartości tego makroskładnika stwierdzono pomiędzy kombinacjami MF1VG, MF0K i MF1VG (tab. 38). W roku 2014 i 2015 nie stwierdzono wpływu współdziałania czynników doświadczalnych na kumulację tego składnika w liściach. W przypadku interakcji czynników badawczych na zawartość fosforu ogólnego w liściach winorośli jej wpływ zanotowano jedynie w roku 2016, gdzie największą ilością tego makroelementu charakteryzowały się liście winorośli z kombinacji MF1K. Największą zawartością potasu, w pierwszych dwóch latach badań (2013 i 2014), charakteryzowały się liście z kombinacji MF1K. Najmniejszą ilością wapnia ogólnego, w roku 2013, charakteryzowały się liście winorośli z kombinacji MF0K, zaś w roku 2014, liście roślin z kombinacji MF1K. Stwierdzone różnice pomiędzy średnimi dla wpływu interakcji czynników doświadczalnych na zawartość potasu i wapnia w roku 2015 i 2016 nie były statystycznie istotne. Największe różnice w zawartości magnezu ogólnego w liściach w roku 20134 stwierdzono pomiędzy kombinacjami MF1VG, a MF0K. W roku 2013, 2015 i 2016 stwierdzone różnice nie były statystycznie istotne.

Tabela 38. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość makroelementów w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
N [g·kg ⁻¹ s.m.]			
2013			
K	18,1* ± 0,49 a	20,4 ± 0,35 c	19,3** ± 1,29 A
VG	19,1 ± 0,21 b	18,1 ± 0,70 a	18,6 ± 0,74 A
Średnia	18,6 ± 0,63 A	19,2 ± 1,36 A	
2014			
K	14,4 ± 1,19 a	14,6 ± 0,84 a	14,5 ± 0,93 A
VG	16,0 ± 0,28 a	17,4 ± 3,08 a	16,7 ± 2,10 A
Średnia	15,2 ± 1,17 A	16,0 ± 2,54 A	
2015			
K	17,2 ± 0,98 a	18,4 ± 0,77 a	17,8 ± 1,02 A
VG	17,8 ± 0,28 a	17,4 ± 0,10 a	17,6 ± 0,29 A
Średnia	17,5 ± 0,71 A	17,9 ± 0,75 A	
2016			
K	21,8 ± 1,12 b	20,6 ± 1,26 ab	21,2 ± 1,27 A
VG	19,3 ± 0,56 a	21,4 ± 0,91 b	20,3 ± 1,30 A
Średnia	20,6 ± 1,59 A	21,0 ± 1,07 A	
P [g·kg ⁻¹ s.m.]			
2013			
K	3,42 ± 0,23 a	3,25 ± 0,25 a	3,33 ± 0,24 A
VG	2,99 ± 0,13 a	3,23 ± 0,37 a	3,11 ± 0,28 A
Średnia	3,21 ± 0,29 A	3,24 ± 0,29 A	
2014			
K	1,91 ± 0,06 a	2,05 ± 0,07 a	1,98 ± 0,09 A
VG	1,91 ± 0,20 a	1,69 ± 0,29 a	1,80 ± 0,25 A
Średnia	1,91 ± 0,13 A	1,87 ± 0,27 A	
2015			
K	1,95 ± 0,25 a	1,94 ± 0,09 a	1,94 ± 0,17 A
VG	1,60 ± 0,03 a	1,78 ± 0,29 a	1,69 ± 0,21 A
Średnia	1,77 ± 0,25 A	1,86 ± 0,21 A	
2016			
K	2,50 ± 0,08 b	2,09 ± 0,07 a	2,29 ± 0,23 A
VG	2,34 ± 0,14 b	2,43 ± 0,14 b	2,39 ± 0,14 A
Średnia	2,42 ± 0,13 A	2,26 ± 0,21 A	
K [g·kg ⁻¹ s.m.]			
2013			
K	12,96 ± 0,75 a	15,51 ± 1,45 b	14,23 ± 1,73 A
VG	12,59 ± 0,34 a	13,16 ± 0,77 a	12,88 ± 0,62 A
Średnia	12,77 ± 0,56 A	14,33 ± 1,65 A	
2014			
K	19,48 ± 0,04 a	28,7 ± 2,90 b	24,09 ± 5,38 A
VG	18,80 ± 2,33 a	23,63 ± 4,85 ab	21,21 ± 4,31 A
Średnia	19,14 ± 1,52 A	26,17 ± 4,53 B	
2015			
K	11,26 ± 1,58 a	13,57 ± 1,87 a	12,42 ± 2,00 A
VG	10,65 ± 0,34 a	12,14 ± 1,84 a	11,39 ± 1,44 A
Średnia	10,96 ± 1,07 A	12,85 ± 1,84 A	
2016			
K	9,75 ± 2,06	10,16 ± 0,81 a	9,95 ± 1,42 A
VG	8,37 ± 1,07 a	10,29 ± 2,76 a	9,33 ± 2,14 A
Średnia	9,06 ± 1,65 A	10,22 ± 1,82 A	

Tabela 38. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość makroelementów w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc (cd.)

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
Ca [g·kg ⁻¹ s.m.]			
2013			
K	8,53 ± 0,02 a	9,15 ± 0,05 b	8,84 ± 0,34 A
VG	9,13 ± 0,06 b	9,14 ± 0,02 b	9,13 ± 0,04 A
Średnia	8,83 ± 0,33 A	9,14 ± 0,03 B	
2014			
K	8,75 ± 0,19 b	7,82 ± 0,34 a	8,29 ± 0,57 A
VG	8,79 ± 0,15 b	8,57 ± 0,56 b	8,68 ± 0,38 A
Średnia	8,77 ± 0,15 B	8,29 ± 0,58 A	
2015			
K	10,25 ± 0,45 a	10,59 ± 0,69 a	10,42 ± 0,56 A
VG	10,36 ± 0,25 a	10,93 ± 0,13 a	10,64 ± 0,36 A
Średnia	10,30 ± 0,33 A	10,76 ± 0,48 A	
2016			
K	7,45 ± 0,04 a	7,94 ± 0,64 a	7,69 ± 0,48 A
VG	8,22 ± 0,52 a	8,41 ± 0,94 a	8,31 ± 0,68 A
Średnia	7,83 ± 0,54 A	8,17 ± 0,76 A	
Mg [g·kg ⁻¹ s.m.]			
2013			
K	0,92 ± 0,09 a	0,90 ± 0,002 a	0,91 ± 0,06 A
VG	1,00 ± 0,13 a	0,84 ± 0,04 a	0,92 ± 0,12 A
Średnia	0,96 ± 0,11 A	0,87 ± 0,04 A	
2014			
K	0,68 ± 0,17 b	0,53 ± 0,01 ab	0,60 ± 0,14 A
VG	0,50 ± 0,11 ab	0,43 ± 0,06 a	0,47 ± 0,09 A
Średnia	0,59 ± 0,16 A	0,48 ± 0,06 A	
2015			
K	2,69 ± 0,02 a	2,56 ± 0,12 a	2,62 ± 0,11 A
VG	2,79 ± 0,33 a	2,75 ± 0,37 a	2,77 ± 0,31 A
Średnia	2,74 ± 0,21 A	2,65 ± 0,27 A	
2016			
K	3,49 ± 0,75 a	2,93 ± 0,21 a	3,21 ± 0,58 A
VG	2,94 ± 0,55 a	3,24 ± 0,27 a	3,09 ± 0,42 A
Średnia	3,22 ± 0,66 A	3,08 ± 0,27 A	

Objaśnienie: MF0 – bez mikoryzacji, MF1 – mikoryzacja, K – kontrola, VG – Vapor Gard,

* średnie dla interakcji czynników doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$,

** średnie dla czynników głównych doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

4.2.5. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość mikroelementów w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc

Inokulacja systemu korzeniowego szczepionką mikoryzową spowodowała zwiększenie zawartości ogólnych form sodu w liściach odmiany Seyval Blanc jedynie w roku 2013, manganu w roku 2014 i 2016, zaś cynku w 2016 roku (tab. 39). Nie stwierdzono wpływu mikoryzacji na akumulację żelaza i miedzi w liściach winorośli. W przypadku zastosowanego antytranspiranta, stwierdzono, że wpłynął

on na zwiększenie zawartości ogólnych form sodu w liściach odmiany Seyval Blanc w roku 2016, żelaza w roku 2013 i 2015 oraz miedzi w roku 2013, 2015 i 2016. Nie stwierdzono wpływu zastosowanego dolistnie di-1-P-mentenu na ilość manganu i cynku w liściach badanej odmiany.

Rozpatrując wpływ interakcji badanych czynników na zawartość sodu w liściach należy stwierdzić, że w roku 2013 najwięcej tego składnika zakumulowały rośliny z kombinacji w których przeprowadzono inokulację systemu korzeniowego grzybami mikoryzowymi (tab. 39). W roku 2014 największe różnice w zawartości sodu ogólnego stwierdzono pomiędzy kombinacjami MF0VG i MF0K. W roku 2015 i 2016 najwięcej sodu stwierdzono w liściach odmiany Seyval Blanc rosnącej w kombinacji MF1VG. W roku 2013 i 2015 mniejszą zawartością żelaza charakteryzowały się liście niemikoryzowanych i mikoryzowanych roślin kontrolnych. Podobnej zależności nie zanotowano w roku 2014 i 2016, gdyż stwierdzone różnice pomiędzy średnimi nie były statystycznie istotne. Największą ilością akumulowanego manganu ogólnego, w roku 2014 i 2015, charakteryzowały się liście winorośli z kombinacji MF1K. W roku 2013 i 2016 nie stwierdzono wpływu interakcji czynników doświadczalnych na ilość manganu w liściach badanej odmiany winorośli. W przypadku wpływu interakcji czynników doświadczalnych na zawartość cynku w liściach badanej odmiany różnice stwierdzono jedynie w roku 2016. Największą ilość tego mikroelementu zakumulowały liście winorośli z kombinacji MF1VG. W roku 2013 najmniejszą zawartość miedzi stwierdzono w liściach roślin rosnących w kombinacji MF1K. Stwierdzone różnice w roku 2014 nie były statystycznie istotne. W roku 2015 największe różnice w ilości miedzi w liściach badanej odmiany zanotowano pomiędzy niemikoryzowanymi i mikoryzowanymi kombinacjami kontrolnymi, a kombinacją MF1VG, zaś w roku 2016 pomiędzy niemikoryzowanymi i mikoryzowanymi kombinacjami kontrolnymi i traktowanymi di-1-P-mentenem.

Tabela 39. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość sodu i mikroelementów w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
Na [mg·kg ⁻¹ s.m.]			
2013			
K	64,2* ± 5,3 a	73,3 ± 1,06 b	68,7 ± 6,04 A
VG	66,1 ± 1,61 a	78,5 ± 3,00 b	72,3 ± 7,14 A
Średnia	65,1 ± 3,63 A	75,9 ± 3,50 B	

Tabela 39. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość sodu i mikroelementów w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc (cd)

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
Na [mg·kg ⁻¹ s.m.]			
2014			
K	69,5 ± 2,83 b	62,7 ± 4,21 ab	66,1 ± 4,92 A
VG	59,8 ± 3,08 a	65,5 ± 6,93 ab	62,7 ± 5,72 A
Średnia	64,7 ± 5,94 A	64,1 ± 5,35 A	
2015			
K	49,3 ± 5,55 a	53,6 ± 2,01 a	51,4 ± 4,43 A
VG	68,6 ± 11,95 b	51,2 ± 3,74 a	59,9 ± 12,38 A
Średnia	58,9 ± 13,46 A	52,4 ± 3,00 A	
2016			
K	32,7 ± 3,49 a	37,4 ± 1,73 b	35,0 ± 3,60 A
VG	46,3 ± 1,45 c	36,4 ± 2,51 ab	41,4 ± 5,77 B
Średnia	39,5 ± 7,87 A	36,9 ± 2,02 A	
Fe [mg·kg ⁻¹ s.m.]			
2013			
K	52,7 ± 5,57 a	55,8 ± 3,47 a	54,3 ± 4,48 A
VG	77,4 ± 4,71 b	77,7 ± 5,02 b	77,5 ± 4,35 B
Średnia	65,0 ± 14,26 A	66,8 ± 12,61 A	
2014			
K	93,1 ± 16,70 a	86,7 ± 10,06 a	89,9 ± 12,83 A
VG	92,6 ± 0,49 a	103,2 ± 14,85 a	97,9 ± 11,06 A
Średnia	92,9 ± 10,57 A	95,0 ± 14,53 A	
2015			
K	66,2 ± 0,97 a	66,6 ± 2,37 a	66,4 ± 1,63 A
VG	86,8 ± 3,26 b	90,0 ± 9,31 b	88,4 ± 6,47 B
Średnia	76,5 ± 11,52 A	78,3 ± 14,18 A	
2016			
K	39,8 ± 0,90 a	45,5 ± 4,56 a	42,6 ± 4,28 A
VG	42,4 ± 9,29 a	43,5 ± 0,83 a	43,0 ± 5,93 A
Średnia	41,1 ± 6,07 A	44,5 ± 3,11 A	
Mn [mg·kg ⁻¹ s.m.]			
2013			
K	31,1 ± 2,67 a	43,8 ± 12,99 a	37,5 ± 10,88 A
VG	34,5 ± 0,76 a	35,1 ± 2,84 a	34,8 ± 1,90 A
Średnia	32,8 ± 2,53 A	39,5 ± 9,65 A	
2014			
K	51,9 ± 7,17 a	89,9 ± 8,34 b	70,9 ± 21,96 A
VG	55,0 ± 3,25 a	63,1 ± 1,00 a	59,0 ± 4,91 A
Średnia	53,5 ± 5,26 A	76,5 ± 15,63 B	
2015			
K	45,0 ± 1,17 a	61,7 ± 3,55 c	53,4 ± 9,46 A
VG	47,7 ± 0,49 a	51,7 ± 1,26 b	49,7 ± 2,35 A
Średnia	46,4 ± 1,66 A	56,7 ± 6,01 B	
2016			
K	35,1 ± 1,78 a	42,4 ± 11,80 a	38,8 ± 8,56 A
VG	35,0 ± 1,90 a	34,1 ± 1,98 a	34,6 ± 1,80 A
Średnia	35,0 ± 1,65 A	38,3 ± 8,84 A	
Zn [mg·kg ⁻¹ s.m.]			
2013			
K	15,6 ± 0,63 a	17,7 ± 4,80 a	16,7 ± 3,26 A
VG	16,4 ± 2,67 a	15,2 ± 1,20 a	15,8 ± 1,96 A
Średnia	16,0 ± 1,78 A	16,5 ± 3,41 A	
2014			
K	19,4 ± 0,78 a	22,8 ± 0,95 a	21,1 ± 2,09 A
VG	23,2 ± 0,24 a	24,3 ± 5,69 a	23,8 ± 3,65 A
Średnia	21,3 ± 2,23 A	23,6 ± 3,74 A	

Tabela 39. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość sodu i mikroelementów w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc (cd.)

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
Zn [mg·kg ⁻¹ s.m.]			
2015			
K	19,2 ± 3,36 a	19,0 ± 3,96 a	19,1 ± 3,28 A
VG	16,8 ± 2,76 a	18,8 ± 2,97 a	17,8 ± 2,78 A
Średnia	18,0 ± 3,05 A	18,9 ± 3,13 A	
2016			
K	22,2 ± 1,13 ab	23,2 ± 1,97 b	22,7 ± 1,55 A
VG	19,6 ± 0,88 a	28,5 ± 1,73 c	24,1 ± 5,02 A
Średnia	20,9 ± 1,67 A	25,9 ± 3,33 B	
Cu [mg·kg ⁻¹ s.m.]			
2013			
K	84,5 ± 2,8 b	78,8 ± 4,47 a	81,7 ± 4,57 A
VG	85,5 ± 0,78 b	89,5 ± 0,69 b	87,5 ± 2,26 B
Średnia	85,0 ± 1,92 A	84,2 ± 6,49 A	
2014			
K	19,6 ± 4,91 a	17,9 ± 7,34 a	18,7 ± 5,66 A
VG	27,1 ± 9,53 a	23,5 ± 7,70 a	25,3 ± 8,00 A
Średnia	23,3 ± 7,93 A	20,7 ± 7,40 A	
2015			
K	104,5 ± 11,84 a	105,7 ± 2,25 a	105,1 ± 7,65 A
VG	123,3 ± 1,86 b	117,8 ± 10,73 ab	120,6 ± 7,50 B
Średnia	113,9 ± 12,75 A	111,8 ± 9,60 A	
2016			
K	33,1 ± 6,81 a	27,4 ± 7,76 a	30,2 ± 7,24 A
VG	47,1 ± 1,93 b	49,4 ± 0,17 b	48,3 ± 1,75 B
Średnia	40,1 ± 8,91 A	38,4 ± 13,04 A	

Objaśnienie: MF0 – bez mikoryzacji, MF1 – mikoryzacja, K – kontrola, VG – Vapor Gard,

* średnie dla interakcji czynników doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$,

** średnie dla czynników głównych doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

4.2.6. Wpływ czynników doświadczalnych na parametry biometryczne gron i owoców winorośli odmiany Seyval Blanc

W przeprowadzonych badaniach nie stwierdzono wpływu inokulacji szczepionką mikoryzową oraz zastosowania antytranspiranta opartego o di-1-P-menten na masę, długość i obwód grona oraz na ilość owoców w gronie i na masę 100 owoców (tab. 40).

Nie stwierdzono również wpływu interakcji badanych czynników na omawiane parametry biometryczne gron i owoców badanej odmiany (tab. 40).

Tabela 40. Wpływ czynników doświadczalnych na parametry biometryczne gron i owoców winorośli odmiany Seyval Blanc

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	średnia
Masa grona (g)			
2014			
K	166* ± 61,88 a	176 ± 79,72 a	171 ± 64,06 A
VG	164 ± 8,27 a	205 ± 74,15 a	185 ± 52,20 A
Średnia	165 ± 39,50 A	190 ± 70,67 A	
2015			
K	121 ± 71,25 a	178 ± 40,07 a	149 ± 60,24 A
VG	159 ± 20,91 a	118 ± 44,40 a	138 ± 38,21 A
Średnia	140 ± 51,29 A	148 ± 49,93 A	
2016			
K	228 ± 80,02 a	205 ± 114,26 a	217 ± 89,09 A
VG	266 ± 108,32 a	239 ± 110,10 a	253 ± 98,80 A
Średnia	247 ± 87,72 A	222 ± 102,07 A	
Długość grona (cm)			
2014			
K	15,7 ± 2,91 a	15,7 ± 1,45 a	15,7 ± 2,06 A
VG	16,3 ± 1,86 a	16,7 ± 2,40 a	16,5 ± 1,93 A
Średnia	16,0 ± 2,21 A	16,2 ± 1,86 A	
2015			
K	12,7 ± 2,65 a	14,1 ± 1,68 A	13,4 ± 2,12 A
VG	14,1 ± 1,64 a	11,6 ± 2,38 a	12,9 ± 2,29 A
Średnia	13,4 ± 2,13 A	12,8 ± 2,28 A	
2016			
K	18,2 ± 3,10 a	16,0 ± 2,20 a	17,1 ± 2,76 A
VG	17,9 ± 2,01 a	17,2 ± 2,22 a	17,6 ± 1,93 A
Średnia	18,1 ± 2,34 A	16,6 ± 2,18 A	
Obwód grona (cm)			
2014			
K	22,9 ± 4,22 a	23,0 ± 5,18 a	23,0 ± 4,22 A
VG	22,2 ± 3,37 a	26,1 ± 4,40 a	24,2 ± 4,10 A
Średnia	22,6 ± 3,44 A	24,6 ± 4,62 A	
2015			
K	18,5 ± 4,50 a	20,4 ± 2,12 a	19,4 ± 3,32 A
VG	18,6 ± 5,53 a	19,2 ± 2,52 a	18,9 ± 3,86 A
Średnia	18,6 ± 4,51 A	19,8 ± 2,18 A	
2016			
K	24,6 ± 5,98 a	21,4 ± 5,50 a	23,0 ± 5,41 A
VG	24,0 ± 4,84 a	23,1 ± 6,55 a	23,6 ± 5,18 A
Średnia	24,3 ± 4,87 A	22,3 ± 5,49 A	
Ilość owoców w gronie (szt.)			
2014			
K	79,7 ± 16,0 a	125,7 ± 66,2 a	102,7 ± 49,9 A
VG	130,3 ± 11,1 a	128,7 ± 57,9 a	129,5 ± 37,3 A
Średnia	105,0 ± 30,4 A	127,2 ± 55,6 A	
2015			
K	106,0 ± 62,1 a	87,7 ± 19,9 a	96,8 ± 42,4 A
VG	98,7 ± 36,6 a	83,7 ± 48,9 a	91,2 ± 39,5 A
Średnia	102,3 ± 45,8 A	85,7 ± 33,5 A	
2016			
K	166,3 ± 88,8 a	131,0 ± 106,0 a	148,7 ± 89,6 A
VG	112,7 ± 60,4 a	138,7 ± 81,5 a	125,7 ± 65,6 A
Średnia	139,5 ± 74,0 A	134,8 ± 84,6 A	

Tabela 40. Wpływ czynników doświadczalnych na parametry biometryczne gron i owoców winorośli odmiany Seyval Blanc (cd.)

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	średnia
Masa 100 owoców (g)			
2014			
K	211 ± 87,19 a	150 ± 50,00 a	180 ± 71,94 A
VG	127 ± 12,72 a	165 ± 20,45 a	146 ± 26,12 A
Średnia	169 ± 72,47 A	158 ± 35,23 A	
2015			
K	113 ± 4,84 a	205 ± 37,43 a	159 ± 55,38 A
VG	174 ± 52,19 a	158 ± 75,52 a	166 ± 58,66 A
Średnia	144 ± 46,82 A	181 ± 59,02 A	
2016			
K	248 ± 33,32 a	185 ± 58,62 a	217 ± 54,72 A
VG	160 ± 67,81 a	187 ± 36,15 a	173 ± 50,73 A
Średnia	204 ± 67,87 A	186 ± 43,56 A	

Objaśnienie: MF0 – bez mikoryzacji, MF1 – mikoryzacja, K – kontrola, VG – Vapor Gard,

* średnie dla interakcji czynników doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$,

** średnie dla czynników głównych doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

4.2.7. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość ekstraktu, kwasowość ogólną, indeks dojrzałości oraz pH owoców winorośli odmiany Seyval Blanc

W pierwszych dwóch latach badań nie stwierdzono wpływu badanych czynników doświadczalnych ani ich interakcji na zawartość ekstraktu w owocach odmiany Seyval Blanc (tab. 41). W trzecim roku badań większą zawartością ekstraktu charakteryzowały się owoce z roślin rosnących w kombinacjach, gdzie nie zastosowano zabiegu mikoryzacji (MF0K i MF0VG).

W przeprowadzonych badaniach nie stwierdzono wpływu inokulacji szczepionką mikoryzową oraz zastosowania antytranspiranta opartego o di-1-P-menten na kwasowość ogólną owoców oraz pH ich owoców (tab. 41).

Na współczynnik dojrzałości (MI) wpływ miało zastosowanie inokulacji grzybami mikoryzowymi, ale jedynie w ostatnim, trzecim roku badań. Większą wartość tego współczynnika zanotowano dla owoców roślin niemikoryzowanych (tab. 42). We wszystkich latach badań nie stwierdzono istotnego wpływu interakcji badanych czynników na wielkość współczynnika MI.

Tabela 41. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość ekstraktu, kwasowość ogólną, indeks dojrzałości oraz pH owoców winorośli odmiany Seyval Blanc

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
Ekstrakt (%)			
2014			
K	18,5* ± 1,30 a	19,1 ± 1,90 a	18,8** ± 1,49 A
VG	18,8 ± 1,57 a	18,7 ± 1,44 a	18,7 ± 1,35 A
Średnia	18,6 ± 1,30 A	18,9 ± 1,53 A	
2015			
K	20,0 ± 2,25 a	20,6 ± 1,04 a	20,3 ± 1,61 A
VG	19,0 ± 1,36 a	20,1 ± 2,66 a	19,5 ± 1,99 A
Średnia	19,5 ± 1,75 A	20,4 ± 1,83 A	
2016			
K	19,3 ± 0,20 c	18,1 ± 0,95 b	18,7 ± 0,88 A
VG	19,3 ± 0,20 c	16,9 ± 0,47 a	18,1 ± 1,37 A
Średnia	19,3 ± 0,18 B	17,5 ± 0,96 A	
Kwasowość ogólna (g kwasu winowego · 100g ⁻¹ św.m.)			
2014			
K	0,84 ± 0,24 a	0,86 ± 0,08 a	0,85 ± 0,16 A
VG	0,79 ± 0,13 a	0,81 ± 0,16 a	0,80 ± 0,13 A
Średnia	0,81 ± 0,18 A	0,84 ± 0,11 A	
2015			
K	0,85 ± 0,09 a	0,95 ± 0,11 a	0,90 ± 0,11 A
VG	0,85 ± 0,28 a	0,88 ± 0,16 a	0,86 ± 0,21 A
Średnia	0,85 ± 0,19 A	0,91 ± 0,13 A	
2016			
K	0,95 ± 0,09 a	1,00 ± 0,11 a	0,98 ± 0,09 A
VG	0,95 ± 0,09 a	0,98 ± 0,08 a	0,96 ± 0,07 A
Średnia	0,95 ± 0,08 A	0,99 ± 0,09 A	
MI			
2014			
K	23,9 ± 9,75 a	22,2 ± 2,16 a	23,1 ± 6,39 A
VG	24,1 ± 2,88 a	23,8 ± 6,31 a	24,0 ± 4,39 A
Średnia	24,0 ± 6,43 A	23,0 ± 4,31 A	
2015			
K	23,9 ± 5,35 a	21,8 ± 1,66 a	22,8 ± 3,72 A
VG	24,2 ± 8,58 a	23,3 ± 3,99 a	23,8 ± 6,00 A
Średnia	24,0 ± 6,40 A	22,6 ± 2,85 A	
2016			
K	20,4 ± 1,96 a	18,3 ± 2,79 a	19,4 ± 2,44 A
VG	20,4 ± 1,96 a	17,4 ± 1,28 a	18,9 ± 2,24 A
Średnia	20,4 ± 1,74 B	17,9 ± 2,01 A	
pH			
2014			
K	3,69 ± 0,10 a	3,72 ± 0,08 a	3,70 ± 0,08 A
VG	3,70 ± 0,10 a	3,70 ± 0,08 a	3,70 ± 0,08 A
Średnia	3,69 ± 0,09 A	3,71 ± 0,07 A	
2015			
K	3,18 ± 0,09 a	3,12 ± 0,11 a	3,15 ± 0,10 A
VG	3,26 ± 0,12 a	3,22 ± 0,15 a	3,24 ± 0,12 A
Średnia	3,22 ± 0,10 A	3,17 ± 0,13 A	

Tabela 41. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość ekstraktu, kwasowość ogólną, indeks dojrzałości oraz pH owoców winorośli odmiany Seyval Blanc

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
pH			
2016			
K	3,11 ± 0,07 a	3,08 ± 0,12 a	3,09 ± 0,09 A
VG	3,14 ± 0,07 a	3,13 ± 0,08 a	3,14 ± 0,06 A
Średnia	3,12 ± 0,07 A	3,11 ± 0,10 A	

Objaśnienie: MF0 – bez mikoryzacji, MF1 – mikoryzacja, K – kontrola, VG – Vapor Gard,

* średnie dla interakcji czynników doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$,

** średnie dla czynników głównych doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

4.2.8. Zawartość polifenoli ogółem, flawonoidów ogółem, aktywność i pojemność antyoksydacyjna oraz zawartość kwasu askorbinowego w owocach winorośli odmiany Seyval Blanc

Jedynie w roku 2015 stwierdzono wpływ zabiegu mikoryzacji winorośli na zawartość polifenoli ogółem w świeżej masie owoców (tab. 42). Nie wykazano natomiast, wpływu zastosowanego antytranspiranta na ich zawartości w owocach. Analizując interakcję czynników doświadczalnych stwierdzić można, że w roku 2014, największą zawartością polifenoli ogółem charakteryzowały się owoce z kombinacji MF1K, zaś w roku 2015 z kombinacji MF1VG.

Nie stwierdzono wpływu inokulacji korzeni winorośli grzybami mikoryzowymi oraz aplikacji preparatu Vapor Gard na zawartość flawonoidów ogółem w owocach badanej odmiany winorośli (tab. 42). Biorąc pod uwagę interakcję zastosowanych czynników doświadczalnych, w roku 2014 najmniejszą ilość flawonoidów ogółem stwierdzono w owocach z kombinacji MF1K, a w roku 2015 największą ich zawartością charakteryzowały się owoce z kombinacji, gdzie zastosowano mikoryzację oraz aplikowano dolistnie di-1-P-menten (MF1VG).

Zastosowana szczepionka mikoryzowa nie wpłynęła na aktywność antyoksydacyjnej DPPH owoców winorośli (tab. 42). Zastosowany dolistnie antytranspirant wpłynął w roku 2015 na zmniejszenie aktywności antyoksydacyjnej owoców badanej odmiany. Rozpatrując interakcję czynników doświadczalnych należy stwierdzić, że w roku 2014 największą aktywnością antyoksydacyjną DPPH charakteryzowały się owoce z niemikoryzowanych i mikoryzowanych kombinacji kontrolnych, zaś w roku 2015 z kombinacji MF1VG.

Nie stwierdzono wpływu zastosowanej szczepionki mikoryzowej oraz zastosowanego antytranspiranta na całkowitą pojemność antyoksydacyjną owoców ABTS (tab. 42). Rozpatrując współdziałanie czynników doświadczalnych zauważyć można, że w roku 2014 największą całkowitą pojemnością antyoksydacyjną charakteryzowały się owoce z niemikoryzowanych i mikoryzowanych kombinacji kontrolnych, zaś w roku 2015 z kombinacji MF1VG.

Nie stwierdzono wpływu zabiegu mikoryzacji i zastosowania antytranspiranta opartego na di-1-P-mentenie oraz interakcji czynników doświadczalnych na zawartość kwasu askorbinowego w świeżej masie owoców odmiany Seyval Blanc (tab. 42).

Tabela 42. Zawartość polifenoli ogółem, flawonoidów ogółem, aktywność i pojemność antyoksydacyjna oraz zawartość kwasu askorbinowego w owocach winorośli odmiany Seyval Blanc

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
Polifenole ogółem (mg kwasu galusowego·kg ⁻¹ św.m.)			
2014			
K	1113* ± 8,33 b	1234 ± 15,48 c	1174** ± 67,43 A
VG	775 ± 25,10 a	775 ± 25,00 a	775 ± 22,36 A
Średnia	944 ± 185,92 A	1005 ± 252,36A	
2015			
K	1250 ± 26,40 a	1413 ± 50,73 b	1331 ± 96,30 A
VG	1231 ± 29,37 a	1533 ± 90,79 c	1382 ± 175,94 A
Średnia	1240 ± 27,11 A	1473 ± 93,05 B	
Flawonoidy ogółem (mg kwercetyny·kg ⁻¹ św.m.)			
2014			
K	154,4 ± 5,40 b	122,7 ± 1,30 a	138,5 ± 17,73 A
VG	152,5 ± 5,79 b	152,4 ± 5,79 b	152,5 ± 5,18 A
Średnia	153,4 ± 5,12 A	137,6 ± 16,75 A	
2015			
K	104,0 ± 0,75 b	93,5 ± 2,24 a	98,7 ± 5,93 A
VG	97,2 ± 4,49 ab	126,4 ± 5,24 c	111,8 ± 16,56 A
Średnia	100,6 ± 4,68 A	110,0 ± 18,38 A	
Aktywność antyoksydacyjna DPPH (mg Trolox·kg ⁻¹ św.m.)			
2014			
K	7,32 ± 0,60 b	8,11 ± 0,56 b	7,72 ± 0,68 B
VG	5,61 ± 0,27 a	5,61 ± 0,27 a	5,61 ± 0,24 A
Średnia	6,46 ± 1,03 A	6,86 ± 1,43 A	
2015			
K	8,56 ± 0,17 c	6,83 ± 0,04 a	7,69 ± 0,95 A
VG	7,73 ± 0,62 b	9,25 ± 0,17 d	8,49 ± 0,93 A
Średnia	8,14 ± 0,61A	8,04 ± 1,33 A	
Całkowita pojemność antyoksydacyjna ABTS (mg Trolox·kg ⁻¹ św.m.)			
2014			
K	46,6 ± 0,36 b	47,0 ± 0,22 b	46,8 ± 0,32 A
VG	32,7 ± 0,58 a	32,7 ± 0,58 a	32,7 ± 0,52 A
Średnia	39,7 ± 7,65 A	39,7 ± 7,82 A	
2015			
K	39,3 ± 1,87 b	31,4 ± 0,45 a	35,3 ± 4,52 A
VG	37,0 ± 1,63 b	44,9 ± 0,43 c	40,9 ± 4,48 A
Średnia	38,1 ± 2,04 A	38,1 ± 7,42 A	

Tabela 42. Zawartość polifenoli ogółem, flawonoidów ogółem, aktywność i pojemność antyoksydacyjna oraz zawartość kwasu askorbinowego w owocach winorośli odmiany Seyval Blanc (cd.)

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
Kwas askorbinowy (mg·100 g ⁻¹ św.m.)			
2014			
K	31,7 ± 1,53 a	44,0 ± 18,03 a	37,9 ± 15,12 A
VG	54,0 ± 19,14 a	53,7 ± 7,64 a	53,9 ± 13,81 A
Średnia	42,9 ± 16,11 A	48,9 ± 13,47 A	
2015			
K	46,0 ± 19,80 a	52,7 ± 20,43 a	49,4 ± 27,31 A
VG	31,7 ± 5,51 a	56,0 ± 16,00 a	43,9 ± 16,56 A
Średnia	38,9 ± 27,54 A	54,4 ± 16,51 A	
2016			
K	41,7 ± 2,51 a	39,7 ± 3,06 a	40,7 ± 4,13 A
VG	31,7 ± 5,51 a	37,3 ± 4,16 a	34,5 ± 5,36 A
Średnia	36,7 ± 7,20 A	38,5 ± 5,32 A	

Objaśnienie: MF0 – bez mikoryzacji, MF1 – mikoryzacja, K – kontrola, VG – Vapor Gard,

* średnie dla interakcji czynników doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$,

** średnie dla czynników głównych doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

4.2.9. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość makroelementów w owocach winorośli odmiany Seyval Blanc

W przeprowadzonym doświadczeniu nie stwierdzono wpływu badanych czynników doświadczalnych ani ich interakcji na zawartość azotu ogólnego w owocach odmiany Seyval Blanc (tab. 43). Zastosowana szczepionka mikoryzowa nie wpłynęła również na ilość ogólnych fosforu i wapnia w owocach badanej odmiany. W przypadku zawartości potasu oraz magnezu, inokulacja systemu korzeniowego jedynie w roku 2015 spowodowała zmniejszenie ilości tych makroskładników w winogronach. W przypadku zastosowanego antytranspiranta opartego na di-1-P-mentenie stwierdzono, że wpłynął on na zwiększenie w roku 2014 zawartości fosforu, w roku 2014 i 2015 wapnia oraz w roku 2014 magnezu w owocach odmiany Seyval Blanc. W roku 2016 przyczynił się natomiast do zmniejszenia kumulacji potasu w owocach badanej odmiany (tab. 43).

W przypadku interakcji czynników badawczych na zawartość fosforu ogólnego w owocach winorośli jej wpływ zanotowano w roku 2015 i 2016. W roku 2015 największe różnice stwierdzono pomiędzy kombinacjami MF0K i MF0VG, natomiast w roku 2016 pomiędzy MF0VG i MF0K (tab. 43). W roku 2014 nie stwierdzono wpływu współdziałania czynników doświadczalnych na zawartość ogólnych form fosforu i potasu w owocach. Największe różnice w zawartości potasu w winogronach, w roku 2015 stwierdzono pomiędzy kombinacjami MF1K, a MF0K i MF0VG, natomiast w roku 2016

pomiędzy kombinacjami MF1VG, a MF1K. Największe różnice w zawartości wapnia ogólnego w winogronach w roku 2014 stwierdzono pomiędzy kombinacjami MF1K, a MF0VG. Największą ilością wapnia ogólnego, w roku 2015, charakteryzowały się owoce winorośli z kombinacji MF0VG, zaś w roku 2016, owoce roślin z kombinacji MF1K. Największe różnice w zawartości magnezu ogólnego w owocach w roku 2014 stwierdzono pomiędzy kombinacjami MF0K, a MF0VG i MF1VG. W roku 2015 stwierdzone różnice nie były statystycznie istotne. W roku 2016 największe różnice stwierdzono pomiędzy zawartością magnezu w owocach z roślin z kombinacji traktowanych di-1-P-mentenem, a ilością magnezu w owocach z niemikoryzowanych i mikoryzowanych roślin kontrolnych.

Tabela 43. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość makroelementów w owocach winorośli odmiany Seyval Blanc

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
N [g·kg ⁻¹ s.m.]			
2014			
K	5,39* ± 0,63 a	5,46 ± 0,56 a	5,42** ± 0,53 A
VG	4,83 ± 0,35 a	4,97 ± 0,49 a	4,90 ± 0,39 A
Średnia	5,11 ± 0,55 A	5,21 ± 0,54 A	
2015			
K	6,07 ± 0,61 a	5,60 ± 0,14 a	5,84 ± 0,47 A
VG	5,39 ± 0,77 a	5,32 ± 0,70 a	5,36 ± 0,66 A
Średnia	5,73 ± 0,72 A	5,46 ± 0,48 A	
2016			
K	5,11 ± 0,77 a	6,16 ± 0,84 a	5,63 ± 0,92 A
VG	5,81 ± 0,35 a	5,67 ± 0,35 a	5,74 ± 0,32 A
Średnia	5,46 ± 0,66 A	5,91 ± 0,64 A	
P [g·kg ⁻¹ s.m.]			
2014			
K	1,91 ± 0,07 a	1,98 ± 0,44 a	1,94 ± 0,28 A
VG	2,30 ± 0,12 a	2,39 ± 0,41 a	2,34 ± 0,27 B
Średnia	2,10 ± 0,23 A	2,18 ± 0,44 A	
2015			
K	1,24 ± 0,12 a	1,56 ± 0,07 ab	1,40 ± 0,20 A
VG	1,83 ± 0,02 b	1,51 ± 0,30 ab	1,67 ± 0,26 A
Średnia	1,53 ± 0,33 A	1,53 ± 0,20 A	
2016			
K	1,96 ± 0,07 b	1,89 ± 0,06 ab	1,92 ± 0,08 A
VG	1,82 ± 0,02 a	1,93 ± 0,09 ab	1,88 ± 0,08 A
Średnia	1,89 ± 0,09 A	1,91 ± 0,08 A	
K [g·kg ⁻¹ s.m.]			
2014			
K	12,67 ± 0,28 a	12,78 ± 0,90 a	12,72 ± 0,60 A
VG	12,30 ± 1,05 a	13,05 ± 0,19 a	12,67 ± 0,79 A
Średnia	12,48 ± 0,71 A	12,91 ± 0,60 A	
2015			
K	13,63 ± 0,53 b	11,97 ± 0,77 a	12,80 ± 1,08 A
VG	13,73 ± 0,39 b	12,80 ± 0,18 ab	13,27 ± 0,58 A
Średnia	13,68 ± 0,42 B	12,39 ± 0,68 A	

Tabela 43. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość makroelementów w owocach winorośli odmiany Seyval Blanc (cd.)

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
K [g·kg ⁻¹ s.m.]			
2016			
K	11,23 ± 0,23 ab	12,03 ± 1,40 b	11,63 ± 1,00 B
VG	10,62 ± 0,72 ab	9,91 ± 0,43 a	10,26 ± 0,66 A
Średnia	10,93 ± 0,58 A	10,98 ± 1,48 A	
Ca [g·kg ⁻¹ s.m.]			
2014			
K	0,80 ± 0,08 ab	0,76 ± 0,12 a	0,78 ± 0,10 A
VG	0,98 ± 0,11 b	0,96 ± 0,11 ab	0,97 ± 0,10 B
Średnia	0,89 ± 0,13 A	0,86 ± 0,15 A	
2015			
K	1,35 ± 0,16 a	1,39 ± 0,02 a	1,37 ± 0,11 A
VG	1,84 ± 0,01 c	1,66 ± 0,06 b	1,75 ± 0,10 B
Średnia	1,59 ± 0,29 A	1,53 ± 0,15 A	
2016			
K	1,19 ± 0,03 a	1,54 ± 0,12 c	1,37 ± 0,21 A
VG	1,35 ± 0,06 b	1,24 ± 0,07 ab	1,30 ± 0,08 A
Średnia	1,27 ± 0,10 A	1,39 ± 0,19 A	
Mg [g·kg ⁻¹ s.m.]			
2014			
K	0,47 ± 0,02 a	0,54 ± 0,06 ab	0,50 ± 0,06 A
VG	0,62 ± 0,07 b	0,57b ± 0,001	0,59 ± 0,05 B
Średnia	0,54 ± 0,09 A	0,55A ± 0,04	
2015			
K	0,66 ± 0,03 a	0,61 ± 0,03 a	0,63 ± 0,03 A
VG	0,66 ± 0,04 a	0,63 ± 0,001 a	0,65 ± 0,03 A
Średnia	0,66 ± 0,03 B	0,62 ± 0,02 A	
2016			
K	0,69 ± 0,06 b	0,70 ± 0,02 b	0,69 ± 0,04 A
VG	0,61 ± 0,01 a	0,62 ± 0,02 a	0,61 ± 0,01 A
Średnia	0,65 ± 0,06 A	0,66 ± 0,05 A	

Objaśnienie: MF0 – bez mikoryzacji, MF1 – mikoryzacja, K – kontrola, VG – Vapor Gard,

* Średnie dla interakcji czynników doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$,

** średnie dla czynników głównych doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

4.2.10. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość mikroelementów w owocach winorośli odmiany Seyval Blanc

Nie stwierdzono wpływu inokulacji systemu korzeniowego grzybami mikoryzowymi na zawartości ogólnych form sodu, żelaza, manganu, cynku i miedzi w owocach badanej odmiany (tab. 44). W przypadku zastosowanego antytranspiranta Vapor Gard, stwierdzono, że wpłynął on na zwiększenie zawartości ogólnych form sodu w owocach odmiany Seyval Blanc w roku 2015 oraz manganu w roku 2016 (tab. 44). Nie stwierdzono wpływu zastosowanego dolistnie di-1-P-mentenu na zawartość żelaza, cynku i miedzi w winogronach odmiany Seyval Blanc.

Rozpatrując wpływ interakcji badanych czynników na zawartość sodu w owocach odmiany Seyval Blanc należy zaznaczyć, że różnice pomiędzy średnimi w roku 2014 i 2016 nie były statystycznie istotne. W roku 2015 najwięcej sodu skumulowały owoce z kombinacji w których zastosowano preparat Vapor Gard (tab. 44). Nie stwierdzono wpływu współdziałania czynników doświadczalnych na ilość żelaza w owocach badanej odmiany. W przypadku zawartości manganu w roku 2014 największe różnice zanotowano pomiędzy kombinacjami MF0K a MF1K, zaś w roku 2016 najwięcej tego mikrośladnika stwierdzono w owocach z kombinacji MF1K. Stwierdzone w roku 2015 różnice dla interakcji czynników głównych nie były statystycznie istotne. W przeprowadzonych badaniach nie stwierdzono wpływu współdziałania czynników doświadczalnych na zawartość cynku w winogronach odmiany Seyval Blank. W przypadku wpływu interakcji czynników doświadczalnych na zawartość miedzi w owocach stwierdzone różnice w roku 2014 i 2015 nie były statystycznie istotne. W roku 2015 najwięcej tego mikrośladnika zanotowano w owocach roślin z kombinacji MF0VG.

Tabela 44. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość sodu i mikroelementów w owocach winorośli odmiany Seyval Blanc

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
Na [mg·kg ⁻¹ s.m.]			
2014			
K	79,8* ± 2,14 a	79,8 ± 17,17 a	79,8** ± 10,94 A
VG	81,7 ± 2,56 a	89,7 ± 8,71 a	85,7 ± 7,20 A
Średnia	80,8 ± 2,35 A	84,8 ± 13,32 A	
2015			
K	35,0 ± 3,65 a	34,9 ± 2,30 a	35,0 ± 2,73 A
VG	47,5 ± 3,80 b	43,9 ± 0,01 b	45,69 ± 3,08 B
Średnia	41,2 ± 7,58 A	39,4 ± 5,17 A	
2016			
K	32,9 ± 5,21 a	30,4 ± 7,97 a	31,7 ± 6,18 A
VG	30,9 ± 1,95 a	25,6 ± 2,20 a	28,3 ± 3,46 A
Średnia	31,9 ± 3,68 A	28,0 ± 5,85 A	
Fe [mg·kg ⁻¹ s.m.]			
2014			
K	32,91 ± 5,21 a	30,40 ± 7,97 a	31,65 ± 6,18 A
VG	30,92 ± 1,95 a	25,59 ± 2,20 a	28,25 ± 3,46 A
Średnia	31,91 ± 3,68 A	27,99 ± 5,85 A	
2015			
K	14,23 ± 2,26 a	12,52 ± 0,94 a	13,37 ± 1,81 A
VG	11,75 ± 1,30 a	15,55 ± 5,60 a	13,65 ± 4,19 A
Średnia	12,99 ± 2,13 A	14,03 ± 3,95 A	
2016			
K	9,24 ± 2,42 ab	8,13 ± 1,34 a	8,69 ± 1,85 A
VG	7,51 ± 1,40 a	8,79 ± 2,35 a	8,15 ± 1,87 A
Średnia	8,37 ± 2,01 A	8,46 ± 1,75 A	

Tabela 44. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość sodu i mikroelementów w owocach winorośli odmiany Seyval Blanc

Czynnik I/ Czynnik II	MF0	MF1	Średnia
Mn [mg·kg ⁻¹ s.m.]			
2014			
K	3,52 ± 0,06 a	5,66 ± 1,06 b	4,59 ± 1,35 A
VG	4,99 ± 1,06 ab	4,29 ± 0,28 ab	4,64 ± 0,79 A
Średnia	4,25 ± 1,05 A	4,97 ± 1,02 A	
2015			
K	5,40 ± 0,98 a	5,09 ± 0,83 a	5,24 ± 0,83 A
VG	4,78 ± 0,51 a	4,99 ± 0,01 a	4,88 ± 0,34 A
Średnia	5,09 ± 0,77 A	5,04 ± 0,53 A	
2016			
K	2,18 ± 0,03 b	3,06 ± 0,03 c	2,62 ± 0,48 B
VG	1,91 ± 0,10 a	1,77 ± 0,13 a	1,84 ± 0,13 A
Średnia	2,04 ± 0,16 A	2,41 ± 0,71 A	
Zn [mg·kg ⁻¹ s.m.]			
2014			
K	13,87 ± 0,47 a	13,94 ± 0,77 a	13,92 ± 0,57 A
VG	13,91 ± 0,21 a	14,11 ± 0,53 a	14,01 ± 0,38 A
Średnia	13,89 ± 0,33 A	14,02 ± 0,60 A	
2015			
K	15,21 ± 1,73 a	13,38 ± 0,17 a	14,30 ± 1,49 A
VG	11,57 ± 7,49 a	16,20 ± 1,43 a	13,88 ± 5,45 A
Średnia	13,39 ± 5,26 A	14,79 ± 1,79 A	
2016			
K	12,71 ± 0,65 a	13,00 ± 0,25 a	12,85 ± 0,47 A
VG	12,73 ± 0,73 a	12,76 ± 0,37 a	12,75 ± 0,51 A
Średnia	12,72 ± 0,61 A	12,88 ± 0,31 A	
Cu [mg·kg ⁻¹ s.m.]			
2014			
K	2,12 ± 0,40 a	1,90 ± 0,21 a	2,01 ± 0,31 A
VG	1,94 ± 0,44 a	2,15 ± 0,73 a	2,04 ± 0,55 A
Średnia	2,03 ± 0,39 A	2,02 ± 0,50 A	
2015			
K	4,09 ± 0,20 a	3,76 ± 0,42 a	3,92 ± 0,34 A
VG	4,96 ± 0,45 b	3,74 ± 0,02 a	4,35 ± 0,73 A
Średnia	4,52 ± 0,57 A	3,75 ± 0,26 A	
2016			
K	4,30 ± 0,22 a	3,74 ± 0,47 a	4,02 ± 0,45 A
VG	3,59 ± 0,49 a	4,00 ± 0,35 a	3,80 ± 0,44 A
Średnia	3,94 ± 0,52 A	3,87 ± 0,39 A	

Objaśnienie: MF0 – bez mikoryzacji, MF1 – mikoryzacja, K – kontrola, VG – Vapor Gard,

* średnie dla interakcji czynników doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$,

** średnie dla czynników głównych doświadczenia oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

5. Dyskusja

Zdaniem Borkowskiej (2011) mikoryza nie wpływa bezpośrednio na funkcjonowanie procesów takich jak transport elektronów w fazie jasnej fotosyntezy czy regeneracja enzymu rubisco biorącego udział w wiązaniu CO₂ odpowiedzialnych za aktywność aparatu fotosyntetycznego roślin. Jak podaje cytowana autorka wpływać może na nie w sposób pośredni, poprzez dostarczenie wody (szczególnie w warunkach stresu suszy) i poprzez poprawienie zaopatrzenia w fosfor i azot. Jak podają Mikiciuk i in. (2018) korzystny wpływ mikoryzacji na niektóre cechy fizjologiczne w tym między innymi na intensywność asymilacji CO₂, od której zależy produktywność roślin, może wskazywać na przydatność inokulacji mikoryzowej w uprawie winorośli.

W przeprowadzonym doświadczeniu w fazie przebarwiania owoców (termin I) natężenie asymilacji CO₂ (A) wahało się 6,98 do 21,39 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ natomiast w terminie dojrzałości owoców (termin II) od 7,21 do 18,01 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. Zdaniem Cataldo i in. (2020), natężenie asymilacji zależy od sposobu uprawy i terminu pomiaru, a w liściach odmiany Cabernet Sauvignon wynosi od 2,93 do 18,75 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. Według Borowiak i Korszun (2011) natężenie asymilacji (A) w liściach winorośli jest uzależnione od odmiany oraz od terminu pomiaru i wynosi od 5 do 16 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. Jak podają Krohn i Ferree (2005), że natężenie asymilacji w liściach odmiany Seyval Blanc waha się od 7,7 do 11,7 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. W doświadczeniu I, w fazie dojrzałości owoców, wykazano wpływ zabiegu mikoryzacji na zwiększenie intensywności asymilacji CO₂ w liściach badanej odmiany winorośli. Podobną zależność w doświadczeniu II stwierdzono jedynie w roku 2014. Według Mikiciuka i in. (2018) inokulacja systemu korzeniowego winorośli grzybami mikoryzowymi *Rhizophagus irregularis*, *Glomus mosseae* i *Claroideoglossum etunicatum* wpłynęła na zwiększenie natężenia asymilacji w liściach odmian Rondo, Regent i Pinot Noir. Zależność taką cytowani autorzy stwierdzili zarówno w fazie przebarwiania owoców, jak i dojrzewania. Karoglan i in. (2021) stwierdzili że wpływ szczepionki mikoryzowej na natężenie asymilacji jest uzależniony od roku badań i terminu pomiarów. W przeprowadzonych przez cytowanych autorów, w pierwszym roku nie stwierdzono wpływu szczepionki mikoryzowej na omawiany parametr. W drugim roku w pierwszym terminie pomiarów cytowani autorzy wykazali wpływ mikoryzy na zwiększenie natężenia asymilacji CO₂, w drugim terminie nie stwierdzili istotnych różnic, zaś w trzecim szczepionka mikoryzowa wpłynęła na zwiększenie wartości tego parametru. Wpływ zastosowanych

nawozów dolistnych na natężenie asymilacji w liściach winorośli był zróżnicowany i niejednoznaczny. W przypadku preparatu Silvit natężenie asymilacji CO₂ w liściach badanej odmiany było uzależnione od roku i terminu pomiarów. Zastosowany dolistnie preparat Silvit wpłynął na natężenie asymilacji CO₂ (A) w liściach odmiany Seyval Blanc. W I terminie pomiarów zwiększył natężenie asymilacji CO₂ (A) w roku 2015 i 2016, zmniejszył natomiast w 2014 roku. W II terminie badań wpłynął na zwiększenie tego parametru fizjologicznego jedynie w roku 2016. Podobne wyniki badań uzyskali Mikiciuk i Mikiciuk (2010) oraz Mikiciuk (2012) stosując dokarmianie dolistne nawozem Alkalin K+Si w uprawie truskawki odmiany Senga Sengana i Florence. Zdaniem Mikiciuka (2012) dokarmianie potasowo-krzemowe zwiększa natężenie asymilacji w liściach truskawki odmiany Elsanta. Preparat InCa wpłynął jedynie na zmniejszenie natężenia asymilacji CO₂ w liściach w I terminie pomiarów w roku 2014. Ma i in. (2022) uważają natomiast, że dokarmianie dolistne nawozem z chelatowanym wapniem na bazie inozytolu wapnia wpływa na zwiększenie natężenia asymilacji CO₂ w liściach odmiany Cabernet Sauvignon. Zastosowany dolistnie di-1-P-mentenu w fazie przebarwiania owoców wpływał na zwiększenie natężenia asymilacji CO₂ w liściach badanej odmiany. W terminie dojrzałości owoców podobną zależność zanotowano tylko w roku 2014. Jak podają Intrieri i in. (2013), zastosowanie antytranspiranta na bazie pinolenu przed kwitnieniem winorośli wpływa na zmniejszenie natężenia asymilacji CO₂ w liściach odmiany Sangiovese. Zdaniem cytowanych autorów preparat w sposób istotny oddziałuje przez okres 20-30 dni od zastosowania. Palliotti i in. (2010), podają natomiast, że skuteczność działania antytranspiranta opartego o di-1-P-menten, zastosowanego w dwóch terminach (w odstępnie 15 dni), przy braku ulewnych deszczy, może wynosić nawet 70-80 dni. Również zdaniem Di Vailo i in. (2019) uważają że, zastosowanie antytranspiranta Vapor Gard zmniejsza natężenie asymilacji CO₂ w liściach odmiany Aglianico. Mikiciuk i in. (2015b) nie stwierdzili wpływu stosowania di-1-P-mentenu na natężenie asymilacji CO₂ w liściach truskawki odmiany Salsa.

Intensywność transpiracji (E) w przeprowadzonych doświadczeniach, w I terminie wynosiła od 0,88 do 2,77 mmol · m⁻² · s⁻¹, a w II terminie od 0,94 do 2,26 mmol · m⁻² · s⁻¹. Podobną wartość intensywności transpiracji dla dziesięciu odmian winorośli zanotowali Borowiak i Korszun (2011), gdyż według cytowanych autorów waha się on od 0,7 do 2,7 mmol · m⁻² · s⁻¹. Zdaniem Krohn i Ferree (2005) intensywność transpiracji w liściach odmiany Seyval Blanc waha się od 1,38 do 1,53 mmol · m⁻² · s⁻¹. W doświadczeniu I inokulacja systemu korzeniowego szczepionką Mykoflor wpłynęła

na zwiększenie intensywności transpiracji (E) tylko w niektórych latach badań. W doświadczeniu II nie stwierdzono wpływu mikoryzacji na omawiany parametr fizjologiczny. Nieco odmienne wyniki otrzymali Mikiciuk i in. (2018), według których szczepionka mikoryzowa wpływa na zwiększenie intensywności transpiracji trzech odmian winorośli o czerwonych owocach. Według Karoglan i in. (2021) inokulacja szczepionką mikoryzową winorośli 'Cabernet Sauvignon' wpływa na intensywność transpiracji w sposób niejednoznaczny, a jej wpływ uzależniony jest od roku badań i terminu pomiaru. Zastosowanie dokarmiania dolistnego krzemem (Si) w większości przypadków wpłynęło na zwiększenie intensywności transpiracji w liściach odmiany Seyval Blanc. Mikiciuk i Mikiciuk (2010) oraz Mikiciuk (2012) zwracają uwagę na fakt, że intensywność transpiracji w liściach truskawki dokarmianej nawozem potasowo-krzemowym jest zróżnicowana i zależna od terminu pomiaru. W przeprowadzonych badaniach dokarmianie dolistne wapniem (Ca) zwiększyło intensywność transpiracji w liściach winorośli badanej odmiany. W fazie przebarwiania owoców w roku 2014 i 2016, a w fazie dojrzewania owoców tylko w roku 2014. Ma i in. (2022) również uważają, że dokarmianie wapniem może wpływać na zwiększenie intensywności transpiracji w liściach odmiany Cabernet Sauvignon. Wpływ lub jego brak, według cytowanych autorów jest jednak uzależniony od zastosowanej dawki. Zadaniem Ma i in. (2022) zbyt niska lub zbyt wysoka dawka zastosowanego dokarmiania nie wpływa na wielkość omawianego parametru fizjologicznego. W badaniach własnych zastosowany antytranspirant Vapor Gard powodował zmniejszenie intensywności transpiracji w liściach odmiany Seyval Blanc. Uzyskane wyniki znajdują potwierdzenie w literaturze, bowiem zdaniem Palliotti i in. (2010) zastosowanie pinolenu w uprawie winorośli odmiany Sangiovese i Ciliegioło zmniejsza intensywność transpiracji w liściach. Podobny pogląd prezentują również Di Vailo i in. (2019) według których zastosowanie antytranspiranta Vapor Gard zmniejsza znacząco intensywność transpiracji w liściach odmiany Aglianico. Potwierdzają to również Mikiciuk i in. (2015b), którzy po zastosowaniu antytranspiranta Vapor Gard w uprawie truskawki stwierdzili istotne zmniejszenie intensywności transpiracji w liściach odmiany Salsa.

W badaniach własnych efektywność wykorzystania wody w fotosyntezie (WUE) w I terminie wynosiła od 3,64 do 15,09 mmol · mol⁻¹, a w II terminie od 3,97 do 10,23 mmol · mol⁻¹. Zastosowanie szczepionki mikoryzowej wpłynęło na efektywność wykorzystania wody w fotosyntezie (WUE) w liściach winorośli, jedynie w przypadku doświadczenia I w fazie dojrzewania w roku 2015. Zdaniem Mikiciuk i in. (2018)

inokulacja systemu korzeniowego winorośli może być przyczyną zmniejszenia efektywności wykorzystania wody w fotosyntezie. Jak podają Karoglan i in. (2021) w przeprowadzonych przez autorów badaniach, szczepionka Mykoflor wpłynęła na efektywność wykorzystania wody w fotosyntezie (WUE) w liściach odmiany Cabernet Sauvignon, tylko w drugim roku badań a jej wpływ na ten parametr był niejednoznaczny i zróżnicowany. Zastosowane dokarmianie dolistne krzemem i wapniem nie wpłynęło na efektywność wykorzystania wody w fotosyntezie (WUE) w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc. Według Mikiciuk i Mikiciuk (2010) oraz Mikiciuk (2012) efektywność wykorzystania wody w fotosyntezie w liściach truskawki dokarmianej nawozem potasowo-krzemowym uzależniona jest od odmiany i terminu pomiaru. Ma i in. (2022) uważają natomiast, że zastosowanie dokarmiania inozytalem wapnia wpływa na zwiększenie efektywność wykorzystania wody w fotosyntezie (WUE) w liściach winorośli odmiany Cabernet Sauvignon. Wykorzystany w doświadczeniu antytranspirant oparty na di-1-P-mentenie zwiększał efektywność wykorzystania wody w fotosyntezie (WUE) w liściach badanej odmiany. Podobne wyniki badań uzyskali Palliotti i in. (2010) oraz Di Vailo i in. (2019) zdaniem których zastosowanie antytranspiranta Vapor Gard w uprawie winorośli odmiany Sangiovese i Aglianico zwiększa efektywność wykorzystania wody w fotosyntezie (WUE). Również Mikiciuk i in. (2015b), stwierdzili zwiększenie efektywności wykorzystania wody w fotosyntezie (WUE) w liściach truskawki odmiany Salsa po zastosowaniu antytranspiranta Vapor Gard.

W przeprowadzonych badaniach, przewodność szparkowa dla pary wodnej (g_s) w liściach odmiany Seyval Blanc w terminie I wahała się od 0,07 do 0,30 mol · m⁻² · s⁻¹, a w II terminie od 0,11 do 0,25 mol · m⁻² · s⁻¹ w latach badań. Według Borowiak i Korszun (2011) w liściach winorośli g_s wynosi od 0,03 do 0,15 mol · m⁻² · s⁻¹. Zdaniem Cataldo i in. (2020), przewodność szparkowa dla pary wodnej zależy od sposobu uprawy i terminu pomiaru, a w liściach odmiany Cabernet Sauvignon waha się od 0,09 do 0,26 mol · m⁻² · s⁻¹. Wpływ szczepionki mikoryzowej Mykoflor na przewodność szparkową dla pary wodnej (g_s) w liściach uwidocznił się tylko w niektórych terminach i latach badań omawianej odmiany. Podobne wyniki uzyskali Karoglan i in. (2021) po zastosowaniu szczepionki Mykoflor w uprawie winorośli odmiany Cabernet Sauvignon. Jak podają Mikiciuk i in. (2018) inokulacja systemu korzeniowego winorośli grzybami mikoryzowymi *Rhizophagus irregularis*, *Glomus mosseae* i *Claroideoglomus etunicatum*, zwiększa przewodność szparkowa dla pary wodnej w liściach odmian Rondo,

Regent i Pinot Noir. Podobne rezultaty badań uzyskali Nicolas i in. (2014), według których mikoryzacja grzybami z rodzaju *Glomus* zwiększyła przewodność szparkową dla wody w liściach winorośli odmiany Crimson. Dokarmianie dolistne preparatem zawierającym krzem przyczyniło się do zwiększenia przewodności szparkowej dla pary wodnej (g_s) w liściach odmiany Seyval Blanc. Nadmienić należy, że różnice pomiędzy średnimi stwierdzone w fazie dojrzałości w roku 2015 nie były statystycznie istotne. Podobne wyniki badań uzyskał Mikiciuk (2012), według którego nawożenie Alkalinem K+Si wpłynęło na zwiększenie przewodności szparkowej dla pary wodnej (g_s) w liściach truskawki 'Senga Sengana', 'Elsanta' i 'Florence'. Wpływ dokarmiania preparatem wapniowym na przewodność szparkową dla pary wodnej (g_s) w liściach odmiany Seyval Blanc, był zróżnicowany i niejednoznaczny w poszczególnych latach badań. Ma i in. (2022) uważają, że dokarmianie wapniem może wpływać na zwiększenie przewodności szparkowej dla pary wodnej (g_s) w liściach odmiany Cabernet Sauvignon, a ewentualny jego wpływ jest uzależniony od zastosowanej dawki Zastosowany di-1-P-menten wpłynął na przewodność szparkową dla pary wodnej (g_s) w liściach odmiany Seyval Blanc tylko w terminie przebarwiania owoców. W roku 2014 i 2015 zwiększył, natomiast w roku 2016 zmniejszył przewodność szparkową dla pary wodnej (g_s). Di Vailo i in. (2019) podają, że zastosowanie antytranspiranta Vapor Gard w uprawie winorośli zmniejsza przewodność szparkową dla pary wodnej (g_s) w liściach odmiany Aglianico. Według Mikiciuka i in. (2015b) nie wpływa na ten parametr w liściach truskawki.

W badaniach własnych stężenie CO_2 w przestworach międzykomórkowych liści (c_i) w I terminie wynosiło od 158 do 331 $\mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$, w II terminie od 247 do 600 $\mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$ w latach badań. Jak podają Borowiak i Korszun (2011) wartość tego parametru wynosi dla winorośli od 60 do 210 $\mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$. W przeprowadzonych doświadczeniach wpływ mikoryzy na stężenie CO_2 w przestworach międzykomórkowych liści (c_i) był niejednoznaczny i zróżnicowany w poszczególnych latach badań. Podobne wyniki uzyskali Karoglan i in. (2021) po zastosowaniu szczepionki mikoryzowej w uprawie winorośli odmiany Cabernet Sauvignon. A zdaniem Mikiciuka i in. (2018) zastosowanie szczepionki mikoryzowej zwiększa stężenie CO_2 w przestworach międzykomórkowych liści winorośli. Zastosowane dokarmianie dolistne krzemem zwiększyło stężenie CO_2 w przestworach międzykomórkowych liści (c_i) w obu terminach pomiaru w roku 2014 i 2015. Według Mikiciuka (2012) wpływ dokarmiania dolistnego nawozem potasowo-krzemowym na stężenie CO_2 w przestworach międzykomórkowych liści truskawki uzależniony jest od odmiany i terminu pomiaru. Zastosowany preparat InCa w fazach

przebarwiania się owoców zwiększył stężenie CO₂ w przestworach międzykomórkowych liści (c_i) w roku 2014 i 2016, zaś w fazie dojrzewania w roku 2014. Odmiennego zdania są Ma i in. (2022), gdyż uważają oni, że dokarmianie winorośli inozytolem wapnia nie wpływa na stężenie CO₂ w przestworach międzykomórkowych liści (c_i) odmiany Cabernet Sauvignon. Wykorzystanie antytranspiranta przyczyniło się do zwiększenia stężenie CO₂ w przestworach międzykomórkowych liści (c_i) w fazie przebarwiania się owoców w roku 2014 i 2015, zaś w fazie dojrzewania owoców w roku 2014. Zdaniem Mikiciuka i in. (2015b) di-1-P-menten nie wpływa na stężenie CO₂ w przestworach międzykomórkowych liści (c_i) truskawki odmiany Salsa.

Zawartość chlorofilu „a” w I terminie wahała się od 1,22 do 1,88 mg · g⁻¹ św.m. natomiast w II terminie od 0,73 do 1,84 mg · g⁻¹ św.m. w latach badań. Jak podają Borowiak i Korszun (2011) podają, że zawartość chlorofilu „a” w liściach winorośli waha się zwykle od 0,5 do 1,5 mg · g⁻¹ św.m. Inokulacja grzybami mikoryzowymi w doświadczeniu I spowodowała zwiększenie ilości chlorofilu „a” w liściach odmiany Seyval Blanc, zaznaczyć jednak należy, że w fazie przebarwiania w roku 2016 stwierdzone różnice pomiędzy średnimi nie były istotne. Wpływ szczepionki mikoryzowej na zawartość chlorofilu „a” w doświadczeniu II był zróżnicowany w poszczególnych latach badań. Jak podają Mikiciuk i in. (2018) inokulacja systemu korzeniowego winorośli grzybami mikoryzowymi nie wpływa na zawartość chlorofilu „a” w liściach odmian Rondo, Regent i Pinot Noir. W doświadczeniu I spośród zastosowanych nawozów dolistnych na zawartość chlorofilu „a” w liściach wpłynął jedynie preparat InCa w fazie dojrzałości owoców w roku 2014. Według Mikiciuka (2012) wpływ dokarmiania dolistnego Alkalinem K+Si na zawartość chlorofilu „a” w liści truskawki, uzależniony jest od odmiany i terminu pomiaru. Ma i in. (2022) uważają natomiast, że zastosowanie dokarmiania wapniem wpływa na zwiększenie zawartości chlorofilu „a” w liściach winorośli odmiany Cabernet Sauvignon. Zwracają jednak uwagę, że wpływ ten jest zróżnicowany, niejednoznaczny i uzależniony od zastosowanej dawki. Wpływ antytranspiranta Vapor Gard na zawartość chlorofilu „a” w liściach w obu terminach pomiaru w roku 2014 i 2015 był niejednoznaczny i zróżnicowany. W roku 2016 antytranspirant nie wpłynął na zawartość chlorofilu „a” w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc. Mikiciuk i in. (2015b), nie stwierdzili wpływu di-1-P-mentenu na zawartość chlorofilu „a” w liściach truskawki odmiany Salsa.

W przeprowadzonych badaniach zawartość chlorofilu „b” w I terminie wahała się od 0,54 do 0,88 mg · g⁻¹ św.m. a w II terminie od 0,51 do 0,89 mg · g⁻¹ św.m. Nieco

mniejszą zawartość chlorofilu „b” w liściach dziesięciu odmian winorośli stwierdzili Borowiak i Korszun (2011). Zdaniem cytowanych autorów liście winorośli zawierają od 0,18 do 0,45 mg · g⁻¹ św.m., chlorofilu „b”. W doświadczeniu I nie stwierdzono wpływu zastosowanej inokulacji szczepionka mikoryzową na zawartość chlorofilu „b”. W doświadczeniu drugim zastosowany preparat mikoryzowy Mykoflor przyczynił się do zmniejszenia ilości chlorofilu „b” w liściach badanej odmiany winorośli w roku 2016. Podobne wyniki badań uzyskali Mikiciuk i in. (2018), bowiem zdaniem cytowanych autorów inokulacja systemu korzeniowego winorośli grzybami mikoryzowymi nie wpływa na zawartość chlorofilu „b” w liściach. Preparat krzemowy Silvit zastosowany dolistnie zwiększył zawartość chlorofilu „b” tylko w fazie przebarwiania owoców w roku 2014 i 2016. Zdaniem Mikiciuka (2012) zawartość chlorofilu „b” w liściach truskawki dokarmianej nawozem potasowo-krzemowym uzależniona jest od odmiany i terminu pomiaru. Dokarmianie dolistne preparatem InCa nie wpłynęło na zawartość chlorofilu „b” w liściach. Odmienne poglądy wyrażają Ma i in. (2022). Cytowani autorzy uważają, że dokarmianie wapniem winorośli zwiększa zawartość chlorofilu „b” w liściach odmiany Cabernet Sauvignon. Zastosowany antytranspirant oparty o di-1-P-menten wpłynął na zwiększenie zawartości chlorofilu „b” w liściach badanej odmiany w roku 2014, 2016 zarówno w fazie przebarwiania i dojrzewania owoców. Odmienne wyniki badań uzyskali Mikiciuk i in. (2015b), według których zastosowanie antytranspiranta Vapor Gard nie wpływa na koncentrację chlorofilu „b” w liściach truskawki odmiany Salsa.

W doświadczeniu własnym w I terminie zawartość chlorofilu całkowitego wahała się od 1,82 do 2,73 mg · g⁻¹ św.m., w II terminie od 1,24 do 2,56 mg · g⁻¹ św.m. Zdaniem Borowiak i Korszun (2011) zawartość chlorofilu całkowitego w liściach winorośli uzależniona jest od odmiany i terminu pomiaru i waha się zwykle od 0,6 do 1,9 mg · g⁻¹ św.m. Preparat mikoryzowy Mykoflor wpłynął na zwiększenie zawartości chlorofilu całkowitego w liściach badanej odmiany w doświadczeniu I. W fazie przebarwiania owoców w roku 2016 oraz w fazie dojrzewania owoców w roku 2014, stwierdzone różnice pomiędzy średnimi nie były statystycznie istotne. W doświadczeniu II zawartość chlorofilu całkowitego w liściach badanej odmiany był zróżnicowany w poszczególnych latach badań. Zdaniem Mikiciuka i in. (2018) stosowanie szczepionki mikoryzowej nie wpływa na zawartość chlorofilu całkowitego w liściach odmian Rondo, Regent i Pinot Noir. Cytowani autorzy zależność taką zanotowali zarówno w fazie przebarwiania owoców jak i ich dojrzewania. Zastosowanie dokarmiania krzemem i wapniem

nie wpłynęło na zawartość chlorofilu całkowitego badanej odmiany. Według Mikiciuka (2012) dokarmianie dolistne Alkalinem K+Si na zawartość chlorofilu „b” w liściach truskawki uzależniona jest od odmiany i terminu pomiaru. Odmienne wyniki badań uzyskali Ma i in. (2022), według których dokarmianie winorośli preparatem na bazie inozytolu wapnia zwiększa zawartość chlorofilu całkowitego w liściach odmiany Cabernet Sauvignon. Antytranspirant Vapor Gard wpłynął na zawartość chlorofilu całkowitego jedynie w roku 2014. W fazie przebarwiania owoców zmniejszył, a w fazie dojrzewania owoców zwiększył jego ilość w liściach badanej odmiany. Podobne wyniki badań uzyskali Mikiciuk i in. (2015b), według których zastosowanie antytranspiranta Vapor Gard nie wpływa na ilość chlorofilu całkowitego w liściach truskawki.

Zawartość karotenoidów w przeprowadzonych badaniach w I terminie wahała się od 0,60 do 0,96 mg · g⁻¹ św.m. w II terminie od 0,49 do 1,04 mg · g⁻¹ św.m. W doświadczeniu I szczepionka mikoryzowa zwiększyła koncentrację karotenoidów w liściach winorośli w fazie przebarwiania owoców w roku 2014 i 2015, a w fazie dojrzewania w 2014 i 2016. W doświadczeniu II podobną zależność stwierdzono w fazie przebarwiania owoców w roku 2014 i 2015 a w fazie dojrzałości owoców w 2014 roku. W fazie przebarwiania owoców w roku 2016 zastosowana szczepionka mikoryzowa była przyczyną zmniejszenia się zawartości karotenoidów w liściach. Jak podają Mikiciuk i in. (2018) stosowanie szczepionki z grzybami mikoryzowymi nie wpływa na zawartość karotenoidów w liściach winorośli, zarówno w fazie przebarwiania jak i dojrzewania owoców. Dokarmianie preparatem Silvit wpłynął na zwiększenie zawartości karotenoidów w roku 2015, nie stwierdzono natomiast wpływu nawozu InCa na ta cechę. Zdaniem Mikiciuka (2012) zawartość karotenoidów w liściach truskawki dokarmianej nawozem potasowo-krzemowym uzależniona jest od odmiany i terminu pomiaru. Zastosowanie di-1-P-mentenu nie wpłynęło na ilość karotenoidów w liściach badanej odmiany. Uzyskane wyniki znajdują potwierdzenie w literaturze, bowiem, Mikiciuk i in. (2015b) nie stwierdzili wpływu zastosowanego antytranspiranta Vapor Gard na ilość karotenoidów w liściach truskawki.

Jak podają Murkowski i Mila (2002) oraz Kuckenberga i in. (2009) analiza parametrów indukcji fluorescencji chlorofilu pozwala na ocenę funkcjonowania aparatu fotosyntetycznego roślin oraz wpływu czynników środowiskowych na prawidłowy przebieg fazy jasnej oraz ogólną sprawność fotosyntezy. Oddziaływanie czynników środowiska, szczególnie tych które wywołują u roślin stresy biotyczne i abiotyczne powoduje zmiany zarówno natężenia jak i charakteru indukcji fluorescencji chlorofilu

(Kalaji i Łoboda 2010). Jak podają Angelini i in. (2001), parametr F_v/F_M uznawany jest za miernik aktywności fotochemicznej aparatu fotosyntetycznego, a jego wartość w optymalnych warunkach wzrostu roślin, powinna wynosić około 0,85. W przeprowadzonych doświadczeniach wartość maksymalnej potencjalnej efektywności reakcji fotochemicznej w PSII (F_v/F_M) w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc, w I terminie wahała się od 0,77 do 0,84, natomiast w II terminie od 0,75 do 0,83. Podobne wartości omawianego parametru fluorescencji chlorofilu podają Cataldo i in. (2020) dla odmiany winorośli Cabernet Sauvignon uprawianej w różnych systemach utrzymania gleby. Zastosowana szczepionka mikoryzowa wpłynęła na zwiększenie wartości omawianego parametru fizjologicznego jedynie w roku 2014. Uzyskane wyniki badań znajdują potwierdzenie w literaturze, gdyż według Mikiciuka i in. (2018), zabieg mikoryzacji nie wpływa na wartość maksymalnej potencjalnej efektywności reakcji fotochemicznej w PSII w liściach. Dokarmianie krzemem i wapniem wpłynęło na zwiększenie wartości maksymalnej potencjalnej efektywności reakcji fotochemicznej w PSII (F_v/F_M) w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc, jedynie w fazie przebarwiania owoców w roku 2016. W przypadku antytranspiranta jego wpływ na wartość maksymalnej potencjalnej efektywności reakcji fotochemicznej w PSII (F_v/F_M) w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc, był zróżnicowany i zanotowano go tylko w niektórych latach badań. Palliotti i in. (2010) uważają, że zastosowanie pinolenu w uprawie winorośli zwiększa wartość maksymalnej potencjalnej efektywności reakcji fotochemicznej w PSII (F_v/F_M) w liściach odmiany Ciliegiolo.

W badaniach własnych czas wzrostu fluorescencji chlorofilu od początku pomiaru do osiągnięcia maksimum w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc (T_{FM}) w I terminie wynosił od 257 do 400, a w II terminie od 272 do 589. Inokulacja szczepionką mikoryzową nie wpłynęła na czas wzrostu fluorescencji chlorofilu od początku pomiaru do osiągnięcia maksimum w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc (T_{FM}). Podobne wyniki badań uzyskali Mikiciuk i in. (2018), według których inokulacja systemu korzeniowego winorośli grzybami mikoryzowymi nie wpływa na czas wzrostu fluorescencji chlorofilu od początku pomiaru do osiągnięcia maksimum w liściach trzech odmian winorośli (T_{FM}). Preparat Silvit wpłynął na zwiększenie czasu wzrostu fluorescencji chlorofilu od początku pomiaru do osiągnięcia maksimum w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc (T_{FM}) w roku 2014. Dokarmianie dolistne preparatem InCa zwiększyło czas wzrostu fluorescencji chlorofilu od początku pomiaru do osiągnięcia maksimum w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc (T_{FM}) w fazie

przebarwiania owoców tylko w roku 2014. Zastosowany antytranspirant wpłynął na zwiększenie czasu wzrostu fluorescencji chlorofilu od początku pomiaru do osiągnięcia maksimum w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc (T_{FM}), w obu fazach rozwojowych w roku 2014.

Jak podają Kalaji i Łoboda (2007) pula zredukowanych plastochinonowych akceptorów elektronów w PSII to jeden z najlepszych indykatorów wydajności aparatu asymilacyjnego roślin mierzony techniką detekcji i analizy sygnału fluorescencji chlorofilu „a”. W badaniach własnych powierzchnia nad krzywą indukcji fluorescencji chlorofilu „a” proporcjonalna do wielkości puli zredukowanych plastochinonowych akceptorów elektronów w PS II (AREA), w liściach odmiany Seyval Blanc wahała się w I terminie od 42588 do 80121, a w II terminie od 32849 do 79380. Zastosowany preparat mikoryzowy wpłynął na zwiększenie parametru (AREA) w liściach badanej odmiany tylko roku 2014. Według Mikiciuka i in. (2018) zastosowanie szczepionki mikoryzowej również nie wpływa na omawiany parametr w liściach winorośli. Preparat zawierający krzem wpłynął na zwiększenie parametru (AREA) tylko w fazie przebarwiania owoców w roku 2014 w liściach badanej odmiany. W przeprowadzonym doświadczeniu nie stwierdzono wpływu dolistnie zastosowanego nawozu wapniowego oraz antytranspiranta opartego na di-1-P-mentenie na badany parametr fizjologiczny.

W badaniach własnych Wskaźnik witalności systemu PSII (PI) wahał się I terminie od 0,79 do 2,57, w II terminie od 0,57 do 1,75. W doświadczeniu I zastosowany preparat mikoryzowy wpłynął na zwiększenie wartości wskaźnika witalności systemu PSII (PI), w roku 2014 w obu terminach pomiarów, a w roku 2015 w fazie przebarwiania się owoców badanej odmiany. W doświadczeniu II jego wpływ na zwiększenie wartości omawianego parametru zanotowano jedynie w fazie przebarwiania się owoców w roku 2014. Zdaniem Mikiciuka i in. (2018) zastosowana szczepionka mikoryzowa nie wpłynęła na wartość wskaźnika witalności systemu PSII (PI). Wpływ zastosowanych nawozów dolistnych na wskaźnika witalności systemu PSII (PI), był zróżnicowany i zanotowano go nie tylko w niektórych latach badań. Zastosowany preparat di-1-P-menten nie wpłynął na wielkość parametru (PI) w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc.

W przeprowadzonych badaniach nie stwierdzono wpływu czynników doświadczalnych na masę grona, jego długość i obwód oraz ilość owoców w gronie. W badaniach własnych masa grona odmiany Seyval Blanc wahała się w roku 2014 od 166 do 233 g, w roku 2015 od 121 do 203 g, a w roku 2016 wynosiła od 205 do 304

g. Uzyskane wyniki badań znajdują potwierdzenie w literaturze, gdyż zdaniem Liska (2007) masa grona tej odmiany waha się od 172 do 225 g, jak podaje Ferree i in (2005) od 103 do 287 g, według Nicolle i in. (2023) od 148 do 227 g. Podobne wyniki uzyskali również Berkey i in. (2011), według których masa grona odmiany waha się od 150 do 190 g. Zdaniem Kowalczyk i in (2022b) masa grona odmiany Seyval Blanc uprawianej na podkładce SO4 wynosi od 73 do 169,3 g. Według Karoglan i in. (2021) wpływ mikoryzacji na masę gron winorośli jest zróżnicowany i uzależniony od roku badań. Cytowani autorzy stwierdzili, że w przypadku Cabernet Sauvignon mikoryzacja spowodowała zmniejszenie masy gron badanej odmiany w pierwszym roku badań, natomiast w roku następnym była przyczyną zwiększenia ich masy. Jak podają Schabl i in. (2020) zastosowanie dokarmiania dolistnego krzemem koloidalnym (preparat LUDOX[®] TM-50) w uprawie winorośli wpływa na zwiększenie masy gron odmiany Grüner Veltliner szczepionej na podkładce SO4. Gomes i in. (2020), podają, że wpływ dokarmiania metakrzemianem sodu na masę gron odmiany Sauvignon Blanc był zróżnicowany w poszczególnych latach badań. Cytowani autorzy stwierdzili, że tylko w drugim roku badań masa gron zwiększyła się pod wpływem zastosowanego dokarmiania krzemem, podobnej zależności nie zanotowano natomiast w pierwszym roku badań. Podobnie jak w badaniach własnych, zdaniem cytowanych powyżej autorów dokarmianie winorośli Sauvignon Blanc wapniem nie wpływa na masę ich gron. Podobny pogląd wyrażają Poposka i in. (2023), bowiem ich zdaniem dokarmianie dolistne saletrą wapniową nie wpływa na masę gron deserowej odmiany Cardinal. Odmiennego zdania są Maya-Meraz i in. (2023), według których po zastosowaniu w fazie veraison oprysku CaCO₃, uzyskano zwiększenie masy gron odmiany Shiraz. Doniesienia w literaturze tematu, dotyczące wpływu di-1-P-mentenu na masę grona winorośli wskazują, że może on być zróżnicowany i niejednoznaczny. Zdaniem Palliotti i in. (2010) w przypadku odmiany Sangiovese zastosowanie antytranspiranta przyczyniło się do zmniejszenia masy gron, natomiast w przypadku odmiany Ciliegiolo podobną zależność stwierdzono tylko w pierwszym roku badań. Podobne wyniki uzyskali Intrieri i in. (2013), według których zastosowanie di-1-P-mentenu również wpływa na zmniejszenie masy gron odmiany Sangiovese. W przeprowadzonym doświadczeniu długość grona wahała się od 11,6 do 19,9 cm, a obwód grona wahał się od 18,5 do 27,8 cm. Ilość owoców w jednym gronie wynosiła od 79,7 do 207,7 szt. Uzyskane wyniki badań znajdują potwierdzenie w literaturze, bowiem według Palliotti i in. (2010) zastosowanie antytranspiranta Vapor Gard nie wpływa na ilość owoców w gronie w przypadku odmian

Sangiovese i Ciliegiolo. Zdaniem Kowalczyk i in. (2022b) masa 100 owoców odmiany Seyval Blanc wynosi 180 g, a według Ferree i in. (2005) od 151 do 200 g, a jak podają Nicolle i in. (2023) od 176 do 195 g. W przeprowadzonym doświadczeniu średnia masa 100 owoców badanej odmiany w roku 2014 wynosiła 166 g, w roku 2015 167 g, a roku 2016 wynosiła 153 g. W badaniach własnych zastosowane czynniki doświadczalne nie wpłynęły na masę owoców badanej odmiany. Zdaniem Karoglan i in. (2021) wpływ szczepionki mikoryzowej Mykoflor na masę owoców odmiany Cabernet Sauvignon uprawianej w Chorwacji był uzależniony od sezonu wegetacyjnego. Cytowani autorzy w pierwszym roku nie stwierdzili wpływu mikoryzy na masę owoców badanej odmiany, natomiast w drugim roku udowodnili wpływ szczepionki na jej zmniejszenie. Podobne wyniki badań uzyskali Mikiciuk i in. (2019) stosując szczepionki mikoryzowe Mykoflor, MYC 800 w uprawie truskawki odmiany Rumba. Ganugi i in. (2023) uważają, że aplikacja ośmiu różnych szczepionek mikoryzowych opartych o grzyby z rodzaju *Rhizophagus*, nie wpływają na cechy biometryczne plonu odmiany Malvasia di Candia Aromatica szczepionej na podkładce Kober 5BB. Mikiciuk (2012) podaje, że dolistne zastosowanie nawozu potasowo-krzemowego Alkalin K+Si nie wpływał na masę owoców trzech odmian truskawki (Senga Sengana, Elsanta i Florence). Mikiciuk i in. (2018) nie stwierdzili również wpływu nawozu InCa na masę owoców czereśni. Również Poposka i in. (2023) nie stwierdzili wpływu dokarmiania dolistnego saletrą wapniową na masę owoców winorośli deserowej 'Cardinal'. Nieco inne wyniki uzyskali Maya-Meraz i in. (2023) według których zastosowanie dokarmiania dolistnego CaCO_3 zwiększa masę winogron 'Shiraz'. Według Garde-Cerdán i in. (2023) dokarmianie dolistne wapniem zmniejsza masę owoców winorośli odmiany Tempranillo, natomiast zastosowanie dolistne krzemem oraz łączone wapniem i krzemem nie wpływa na omawiany parametr. Podobne wyniki do uzyskanych w badaniach własnych zanotowali Di Valo i in. (2019), gdyż według cytowanych autorów zastosowanie antytranspiranta di-1-P-menten nie wpływa na masę owoców winorośli odmiany Aglianico, Brillante i in. (2016), którzy nie wykazali wpływu antytranspiranta na masę owoców odmiany Cabernet Sauvignon oraz Intrieri i in. (2013), którzy uważają, że zastosowanie di-1-P-mentenu nie wpływa na masę owoców odmiany Sangiovese. Odmiennego zdania są natomiast Palliotti i in. (2010), według których zastosowanie pinolenu (di-1-P-menten) wpływa na zmniejszenie masy owoców odmiany Sangiovese.

Ilość ekstraktu zakumulowana w owocach winorośli jest ważną cechą świadcząca o stopniu ich dojrzałości i jest uzależniona od warunków klimatycznych oraz odmiany

(Fidelibus 2006, Krośniak i in. 2009, Kapłan i Najda 2014). W badaniach własnych nie wykazano wpływu zastosowanych czynników doświadczalnych na ilość ekstraktu w owocach odmiany Seyval Blanc. Jego ilość wahała się od 16,9 do 20,7 %. Według Izajasz-Parchańskiej i in. (2014) odmiana Seyval Blanc charakteryzuje się zawartością ekstraktu na poziomie 22,8 %, zdaniem Liska (2007) waha się od 17,2 do 19 %, zdaniem Nicolle i in (2023) od 18 do 21,1 %, a według Berkey i in. (2011) waha się od 15,2 do 20,7%. Gąstoł i in. (2012) podają, że ilość ekstraktu w owocach omawianej odmiany wnosi 22,8 °Brix. Jak podają Kowalczyk i in (2022b) owoce tej odmiany winorośli uprawiane na podkładce SO4 zawierają od 19,2 do 20,7 % ekstraktu. Wyniki uzyskane w doświadczeniu własnym są zgodne z otrzymanymi przez Ganugi i in (2023), gdyż według cytowanych autorów szczepionki mikoryzowe nie wpływają na zawartość ekstraktu w owocach odmiany Malvasia di Candia Aromatica. Według Karoglan i in. (2021) zastosowanie preparatu mikoryzowego Mykoflor wpływa na zawartość ekstraktu w owocach odmiany Cabernet Sauvignon, zaznaczyć należy, że wpływ ten uzależniony jest roku prowadzonych badań. Cytowani autorzy w pierwszym roku badań stwierdzili zwiększenie, zaś w drugim zmniejszenie zawartości ekstraktu w owocach badanej odmiany. Zdaniem Mikiciuka (2012) stosowanie nawozów potasowo-krzemowych w uprawie truskawki nie wpływa na zawartość ekstraktu w owocach. Podobne wyniki uzyskali również Losada i in. (2022), według których zastosowanie dolistne kwasu monokrzemowego w uprawie winorośli odmiany Mencia przeznaczonej do produkcji win czerwonych nie wpływa na zawartość ekstraktu w moszczu. Również zdaniem Garde-Cerdán i in. (2023) dokarmianie dolistne krzemem oraz łączone wapniem i krzemem nie wpływa na ilość ekstraktu w winogronach odmiany Tempranillo. Odmiennie zdanie mają natomiast Gomes i in. (2019), podają oni bowiem, że dokarmianie metakrzemianem sodu odmiany Sauvignon Blanc wpływa na zmniejszenie zawartości ekstraktu w owocach. Cytowani autorzy stwierdzili również, że dokarmianie winorośli wapniem, w postaci chlorku wapnia, również przyczynia się do zmniejszenia ilości ekstraktu w soku winogron odmiany Sauvignon Blanc. Odmienny pogląd prezentują Swathi i in. (2019), według których dwukrotne dokarmianie winorośli 1% roztworem saletry wapniowej przyczynia się do zwiększenia zawartości ekstraktu w winogronach. Ma i in. (2022) stwierdzili natomiast, że dokarmianie dolistne nawozem z chelatowanym wapniem (z zawartością Ca wynoszącą 18%) na bazie inozytolu wapnia nie wpływa na zawartość ekstraktu w owocach odmiany Cabernet Sauvignon. Podobnego zdania są również Maya-Meraz i in. (2023) bowiem zdaniem cytowanych autorów CaCO_3 , nie wpływa

na ilość ekstraktu w owocach odmiany Shiraz oraz Garde-Cerdán i in. (2023) według których stosowanie saletry wapniowej nie wpływa na ilość ekstraktu w winogronach odmiany Tempranillo. W badaniach przeprowadzonych przez Mikiciuka i in. (2018) nie zanotowano wpływu preparatu InCa na ilość ekstraktu w owocach czereśni odmiany Burlat. Zdaniem Palliotti i in. (2010) zastosowanie pinolenu w uprawie winorośli odmiany Ciliegioło nie wpływało na zawartość ekstraktu w owocach, a w przypadku odmiany Sangiovese zwiększało jego ilość. Podobne wyniki uzyskali Intrieri i in. (2013), według których zastosowanie di-1-P-mentenu również wpływa na zwiększenie zawartości ekstraktu w winogronach odmiany Sangiovese. Jak podają Di Valo i in. (2019) antytranspirant oparty o di-1-P-menten wpływa na spowolnienie akumulacji ekstraktu w winogronach, co może być związane z ograniczeniem translokacji cukrów z liści do jagód. Dzięki temu stosowanie antytranspiranta można wykorzystać w przypadku uprawy winorośli w ciepłym klimacie w celu ograniczenia ilości cukrów w owocach, co pozwoli w takich warunkach na produkcję win o mniejszej ilości alkoholu. Zdaniem Brillante i in. (2016) zastosowanie antytranspirantów wpływa na zmniejszenie zawartości ekstraktu w winogronach.

Jak podają Mato i in. (2007) oraz Fahmi i in. (2012) za kwasowość ogólną winogron odpowiadają głównie kwas winowy, jabłkowy oraz cytrynowy, przy czym w dojrzałych owocach najczęściej dominuje kwas winowy. Zdaniem Mpelasoka i in. (2003) stosunek kwasu winowego do jabłkowego jest jednym z najważniejszych czynników wpływających, na jakość wina. W badaniach własnych kwasowość ogólna owoców odmiany Seyval Blanc wahała się od 0,66 do 1,14 g kwasu winowego·100 g⁻¹ św.m., co znajduje potwierdzenie w literaturze, bowiem według Krośniak i in. (2009) kwasowość ogólna owoców tej odmiany uprawianej w warunkach klimatycznych Polski wynosi 0,88 g kwasu winowego·100 g⁻¹ soku. Według wielu autorów kwasowość ogólna owoców Seyval Blanc waha się od 0,53 do 1,23 g kwasu winowego·100 g⁻¹ soku (Ferree i in. 2005, Berkey i in. 2011, Gąstoł i in. 2012, Gąstoł 2015, Slegers i in. 2017, Nicolle i in. 2023). Jak podają Kowalczyk i in (2022b) kwasowość ogólna owoców odmiany Seyval Blanc szczepionej na podkładce SO4 waha się od 0,66 do 0,77 g kwasu winowego·100 g⁻¹ św.m. Zastosowanie szczepionki Mykoflor spowodowało zmniejszenie kwasowości ogólnej soku owoców badanej odmiany jedynie w doświadczeniu I w roku 2014. Podobne wyniki uzyskali Ganugi i in (2023), bowiem według cytowanych autorów szczepionki mikoryzowe oparte o grzyb *Rhizophagus* nie wpływają na kwasowość ogólna winogron. Odmienne wyniki uzyskali Karoglan i in.

(2021), według których zastosowanie szczepionki mikoryzowej Mykoflor przyczyniło się do zmniejszenia kwasowości ogólnej winogron odmiany Cabernet Sauvignon. W badaniach własnych zastosowane dolistnie nawozy i antytranspirant nie wpłynęły na badaną cechę. Jest to zgodne z wynikami które podają Losada i in. (2022), według cytowanych autorów dolistne dokarmianie krzemem winorośli 'Mencia' nie wpływa na kwasowość ogólną moszczu z owoców. Podobne wyniki w przypadku nawozu krzemowo-potasowego Alkalin K+Si stosowanego dolistnie w uprawie truskawki uzyskał Mikiciuk (2012). Według cytowanego autora zastosowany nawóz nie wpłynął na kwasowość ogólną trzech badanych odmian. Według Garde-Cerdán i in. (2023) dokarmianie dolistne wapniem, krzemem oraz łączone wapniem i krzemem nie wpływa na kwasowość ogólną winogron 'Tempranillo'. Gomes i in. (2019) podają natomiast, że dokarmianie odmiany Sauvignon Blanc krzemem i wapniem wpływa w sposób zróżnicowany i niejednoznaczny na kwasowość ogólną moszczu winogron odmiany Sauvignon Blanc. Zdaniem cytowanych autorów wpływ na kwasowość ogólną uzależniony był od roku badań oraz dawki zastosowanych preparatów. Według Swathi i in. (2019) dokarmianie winorośli 1% roztworem saletry wapniowej powoduje zmniejszenie kwasowości ogólnej winogron. Podobne wyniki badań uzyskali Mikiciuk i in. (2018), ponieważ cytowani autorzy stwierdzili zmniejszenie kwasowości ogólnej owoców czereśni pod wpływem dokarmiania nawozem InCa. Ma i in. (2022) oraz Maya-Meraz i in. (2023) uważają natomiast, że dokarmianie dolistne wapniem nie wpływa na kwasowość ogólną winogron 'Cabernet Sauvignon' i 'Shiraz'. Podobne wyniki do uzyskanych w badaniach własnych podają Palliotti i in. (2010), Intrieri i in. (2013), Brillante i in. (2016) oraz Di Valo i in. (2019), według których stosowanie antytranspirantów opartych o di-1-P-menten nie wpływa na kwasowość ogólną różnych odmian winorośli.

Wskaźnik dojrzałości MI świadczy o równowadze między cukrami, a kwasami organicznymi w owocach, która wpływa na smak oraz jakość wina i zdaniem wielu autorów optymalna wartość tego wskaźnika dla winogron przetwórczych wynosi od 30 do 38 (Amerine i in. 1980, Gallander 1983, Du Plessis 1984, Mota i in. 2006, Topalovic i Mikulic-Petkovsek 2010). W przeprowadzonych badaniach indeks dojrzałości MI wahał się od 17,4 do 30,0. Uzyskane wyniki znajdują potwierdzenie w literaturze, gdyż zdaniem Kowalczyk i in (2022b) wynosi on dla odmiany Seyval Blanc uprawianej na podkładce SO4 od 27,8 do 36,5. Według Gąstoła (2015) waha się od 18,1 do 28,1, według Berkey'a i in. (2011) indeks dojrzałości omawianej odmiany waha się od 19,8 do 39. Inokulacja

korzeni winorośli grzybami mikoryzowymi wpłynęła na zmniejszenie wartości indeksu dojrzałości MI w doświadczeniu I tylko w roku 2014, natomiast doświadczeniu II w roku 2016. Zdaniem Mikiciuka i in. (2019) inokulacja grzybami mikoryzowymi (szczepionki Mykoflor i MYC 800) systemu korzeniowego truskawki odmiany Rumba nie wpływa na indeks dojrzałości owoców. Według Mikiciuka i in. (2018) stosowane dokarmianie preparatem InCa wpływa na zwiększenie wartości wskaźnika dojrzałości MI owoców czereśni. Zastosowany antytranspirant nie wpływał na badany parametr, co znajduje potwierdzenie w literaturze, bowiem Mikiciuk i in. (2021) również stwierdzili brak wpływu di-1-P-mentenu na indeks dojrzałości owoców czereśni.

Jak podaje Boulton (1980) pH soku winogron wynika z równowagi między anionowymi formami kwasów organicznych, a głównymi kationami (przede wszystkim K^+). Jego wartość znacznie rośnie w owocach od fazy przebarwiania, maksymalną wartość osiągając w pełni dojrzałości. pH soku wpływa na fermentację oraz stabilizację wina, (Falcão i in. 2008). Zdaniem wielu autorów pH soku winogron odmiany Seyval Blanc wynosi od 2,89 do 3,69 (Ferree i in. 2005, Berkey i in. 2011, Dobrowolska-Iwanek i in. 2014, Izajasz-Parchańskiej i in. 2014, Gąstoł 2015, Kowalczyk i in. 2022b, Nicolle i in. 2023) podaje, że pH owoców tej odmiany uprawianej na podkładce SO₄ w warunkach klimatycznych Polski waha się od 3,24 do 3,28. Wyniki uzyskane w przeprowadzonych badaniach mieszczą się w granicach podawanych w literaturze, gdyż pH soku owoców badanej odmiany wynosiło od 3,08 do 3,76. Nie stwierdzono wpływu czynników doświadczalnych na pH soku owoców odmiany Seyval Blanc. Podobne wyniki badań uzyskali Ganugi i in. (2023), według których stosowanie preparatów mikoryzowych w uprawie winorośli nie wpływa na pH w soku owoców. Odmienne wyniki badań uzyskali Karoglan i in. (2021), według których preparat Mykoflor różnicuje pH soku owoców, jednak kierunek zmian uzależniony jest od roku badań. Podobne wyniki uzyskali również Losada i in. (2022), według których dolistne stosowanie kwasu monokrzemowego w uprawie winorośli odmiany Mencia nie wpływa na pH moszczu. Gomes i in. (2019) podają, że dokarmianie monokrzemianem sodu odmiany Sauvignon Blanc wpływa w sposób zróżnicowany i niejednoznaczny na pH moszczu winogron, a jego wpływ uzależniony jest od roku badań i zastosowanej dawki. Cytowani autorzy podobną zależność zanotowali również w przypadku dokarmiania omawianej odmiany chlorkiem wapnia. Zdaniem Swathi i in. (2019) dokarmianie dolistne winorośli 1% roztworem saletry wapniowej zwiększa pH soku winogron. Podobny pogląd przedstawiają Maya-Meraz i in. (2023) według których dokarmianie winorośli CaCO₃,

zwiększa pH owoców odmiany Shiraz. Garde-Cerdán i in. (2023) nie stwierdzili wpływu dokarmianie dolistnego wapniem, krzemem oraz łączonego wapniem i krzemem na pH soku owoców winorośli odmiany Tempranillo. Zastosowany w badaniach własnych antytranspirant Vapor Gard nie wpływał na pH soku owoców badanej odmiany, co znajduje potwierdzenie w literaturze, ponieważ wielu autorów uważa, że di-1-P-menten nie wpływa na tę cechę (Palliotti i in. 2010, Brillante i in. 2016, Di Valo i in. 2019). Odmienne wyniki uzyskali Intrieri i in. (2013), według których zastosowanie di-1-P-mentenu wpływa na zwiększenie pH soku z winogron odmiany Sangiovese.

Wielu autorów zwraca uwagę na prozdrowotne właściwości polifenoli występujących w owocach winorośli, co związane jest z ich aktywnością zmiatania wolnych rodników (King i in. 2006, He i in. 2008, Lako i in. 2007, Picchi i in. 2012, Teow i in. 2007). Zdaniem Krośniaka i in. (2009) zawartość polifenoli w winogronach Seyval Blanc uprawianej w warunkach Polski jest stosunkowo niska i wynosi 9,4 g GAE L⁻¹. Jak podają Kunicka-Styczyńska i in. (2016) ilość polifenoli w owocach białej odmiany winorośli Seyval Blanc wynosi 40,5 mg / 100 g m.c. W badaniach własnych zawartość polifenoli w owocach badanej odmiany wahała się w roku 2014 od 775 do 1234 mg kwasu galusowego·kg⁻¹ św.m., a w roku 2015 od 1140 do 1533 mg kwasu galusowego·kg⁻¹ św.m. Nie stwierdzono wpływu zastosowanej inokulacji korzeni winorośli szczepionką Mykoflor. Odmienne wyniki badań uzyskali Karoglan i in. (2021), zdaniem cytowanych autorów preparat Mykoflor zwiększa zawartość polifenoli w owocach odmiany Cabernet Sauvignon. Również Ganugi i in (2023) uważają, że stosowanie szczepionek mikoryzowych wpływa korzystnie na akumulację polifenoli w winogronach. W przeprowadzonych badaniach preparat InCa i Silvit spowodowały zmniejszenie zawartości polifenoli w roku 2015. Odmienne poglądy przedstawia Mikiciuk i in. (2018), według których dokarmianie preparatem InCa nie wpływało na akumulację polifenoli w owocach czereśni. Również zdaniem Ma i in. (2022) dokarmianie dolistne nawozem z chelatowanym wapniem na bazie inozytolu wapnia nie wpływa na ilość polifenoli ogólnych w owocach odmiany Cabernet Sauvignon. Zdaniem Maya-Meraz i in. (2023) dokarmianie wapniem w postaci oprysków CaCO₃ wpływa na zwiększenie zawartości polifenoli w owocach winorośli 'Shiraz'. Według Garde-Cerdán i in. (2023) dokarmianie dolistne wapniem zwiększa ilość polifenoli w winogronach 'Tempranillo', natomiast zastosowanie dolistne krzemem oraz łączone wapniem i krzemem nie wpływa na ich ilość. W przeprowadzonych badaniach nie stwierdzono wpływu antytranspiranta Vapor Gard na zawartość polifenoli w owocach odmiany Seyval Blanc. Uzyskane wyniki

znajdują potwierdzenie w literaturze przedmiotu, ponieważ Palliotti i in. (2010), Di Valo i in. (2019) podają, że stosowanie di-1-P-mentenu w uprawie winorośli nie wpływa na ilość polifenoli w owocach badanych odmian Ciliegiole, Sangiovese, Aglianico. Podobne wyniki uzyskali Mikiciuk i in. (2021) stosując antytranspirant w uprawie czereśni odmiany Burlat.

Flawonoidy zawarte w owocach, głównie w skórkach, wpływają na kolor, jakość i właściwości zdrowotne wina. W winogronach występują głównie antocyjaniny, proantocyjanidyny i flawonoidy (Glories 1988, Mateus i in. 2002). Kapłan i Najda (2014) podają, że zawartość flawonoidów w owocach uzależniona jest od odmiany (odmiany o owocach czerwonych zawierają zdecydowanie więcej tych związków), a ich ilość w owocach waha się od 84,8 do 396,4 mg ekwiwalentów 3-glukozydów cyjanidyny·100 g⁻¹. W badaniach własnych zawartość flawonoidów ogółem w owocach badanej odmiany wahała się w roku 2014 od 122 do 154 mg kwercetyny·kg⁻¹ św.m., w roku 2015 od 93,5 do 126,4 mg kwercetyny·kg⁻¹ św.m. W doświadczeniu I w roku 2014 zanotowano zmniejszenie zawartości flawonoidów w owocach roślin inokulowanych szczepionką mikoryzową. Podobnej zależności nie stwierdzono w roku 2015 oraz w doświadczeniu II. Zdaniem Karoglan i in. (2021), szczepionka mikoryzowa spowodowała zwiększenie ilości flawonoidów w owocach odmiany Cabernet Sauvignon. Według Sut i in. (2022) wpływ dokarmiania krzemem na zawartość flawonoidów i antocyjanów w winogronach uzależniony jest przede wszystkim od odmiany. Zdaniem cytowanych autorów dokarmianie krzemem wywołuje specyficzne dla odmiany zmiany w składzie biochemicznym jagód u roślin uprawianych bez wyraźnego stresu abiotycznego lub biotycznego. Stwierdzono, że zawartość flawonoidów ogółem badanej odmiany w doświadczeniu I w roku 2015 zwiększyła się pod wpływem preparatów dolistnych InCa a szczególnie wyraźnie pod wpływem preparatu Silvit. Według Garde-Cerdán i in. (2023) dolistne dokarmianie winorośli wapniem, krzemem oraz łączone wapniem i krzemem nie wpływa na ilość flawonoidów w owocach odmiany Tempranillo. Mikiciuk i in. (2018) uzyskali odmienne wyniki gdyż według cytowanych autorów dokarmianie dolistne nawozem InCa spowodowało zmniejszenie zawartości flawonoidów ogólnych w owocach czereśni odmiany Burlat. Brillante i in. (2016) stwierdzili, że zastosowanie antytranspiranta Vapor Gard w uprawie winorośli odmiany Cabernet Sauvignon szczepionej na podkładce 1103 P, w pierwszym roku badań nie wpłynęło na zawartość flawonoidów w winogronach, natomiast w dwóch kolejnych latach było powodem

zmniejszenia ich koncentracji w owocach. Mikiciuk i in. (2021) nie stwierdzili wpływu di-1-P-mentenu na zawartość flawonoidów w owocach czereśni odmiany Burlat.

Jak podają Katalonii i in. (2010) aktywność przeciwutleniająca DPPH dla winorośli o białych owocach waha się od 52,8 do 291,0 $\mu\text{M TE g}^{-1}$ i według Kapłan i Najda (2014) zależy od odmiany. W badaniach własnych aktywność antyoksydacyjna w owocach odmiany Seyval Blanc, wahała się w roku 2014 od 5,61 do 8,12 $\text{mg Trolox}\cdot\text{kg}^{-1}$ św.m., w roku 2015 od 6,83 do 9,25 $\text{mg Trolox}\cdot\text{kg}^{-1}$ św.m. W doświadczeniu I nie stwierdzono wpływu czynników doświadczalnych na aktywność przeciwutleniającą DPPH. Uzyskane wyniki znajdują potwierdzenie w literaturze tematu gdyż zdaniem Mikiciuka i in. (2018) stosowanie preparatu InCa nie wpływa na DPPH owoców czereśni. Odmienne zdania są jednak Maya-Meraz i in. (2023), bowiem zdaniem cytowanych autorów zastosowanie dokarmiania CaCO_3 zwiększa aktywność przeciwutleniającą DPPH winogron 'Shiraz' oraz uzyskanego z nich wina. W doświadczeniu II w roku 2014 zastosowanie di-1-P-mentenu spowodowało zmniejszenie aktywności antyoksydacyjnej DPPH. Zdaniem Mikiciuk i in. (2021) nie stwierdzono wpływu antytranspiranta Vapor Gard na aktywność przeciwutleniającą DPPH owocach czereśni odmiany Burlat. Pojemność antyoksydacyjna ABTS owoców winorośli uprawianych w Polsce waha się od 9,16 do 24,43 $\text{mmol TE}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$ s.m. Samoticha i in. (2018). W przeprowadzonych badaniach własnych całkowita pojemność antyoksydacyjna ABTS w owocach badanej odmiany wahała się w roku 2014 od 32,7 do 47,0 $\text{mg Trolox}\cdot\text{kg}^{-1}$ św.m., w roku 2015 od 31,4 do 44,9 $\text{mg Trolox}\cdot\text{kg}^{-1}$ św.m. Wpływ czynników doświadczalnych na całkowitą pojemność antyoksydacyjną ABTS wykazano jedynie w doświadczeniu I. W roku 2014 zastosowanie preparatów InCa i Silvit, a w roku 2015 szczepionka mikoryzowa Mykoflor spowodowała zmniejszenie całkowitej pojemności antyoksydacyjnej ABTS winogron. Według Gomes i in. (2019) dokarmianie dolistne winorośli monokrzemianem sodu wpływa na zwiększenie całkowitej pojemności antyoksydacyjnej ABTS winogron odmiany Sauvignon Blanc. Zdaniem cytowanych autorów, również zastosowanie dolistnego nawożenia chlorkiem wapnia wpływa na zwiększenie wartości omawianego parametru. Zdaniem Mikiciuka i in. (2018) dokarmianie dolistne nawozem InCa nie wpływa na całkowitą pojemność antyoksydacyjną ABTS owoców czereśni. W badaniach własnych nie stwierdzono wpływu antytranspiranta Vapor Gard na omawiany parametr. Znajduje to potwierdzenie w badaniach Mikiciuka i in. (2021), gdyż według cytowanych autorów zastosowanie di-1-P-mentenu w uprawie czereśni nie wpływa na całkowitą pojemność antyoksydacyjną ABTS owoców.

Winogrona znane są, jako bogate źródło witaminy C (kwas L - askorbinowy) a jej zawartość waha się od 4,4 do 57,2 mg·100 ml⁻¹ św.m. (Derradji-Benmeziane i in. 2014) Jak podają Lee i in (2000) zawartość kwasu askorbinowego w owocach uzależniona jest od wielu czynników, uprawianej odmiany, warunków pogodowych, nawożenia, nawadniania, a także stopnia dojrzałości owoców podczas zbioru. W badaniach własnych zawartość kwasu askorbinowego w owocach odmiany Seyval Blanc mieściła się w granicach w roku 2014 od 31,7 do 58,7 mg·100 g⁻¹ św.m., w roku 2015 od 31,7 do 56,0 mg·100 g⁻¹ św.m., w roku 2016 od 31,7 do 41,7 mg·100 g⁻¹ św.m. Nie stwierdzono wpływu zastosowanych czynników doświadczalnych na akumulację kwasu L - askorbinowego w winogronach odmiany Seyval Blanc. Zdaniem Mikiciuk (2012), dokarmianie potasowo-krzemowe nie wpłynęło na zawartość witaminy C w owocach truskawki odmiany (Senga Sengana, Elsanta, Florence. Uzyskane wyniki zgodne są z badaniami Mikiciuk i in. (2018), oraz Mikiciuk i in. (2021), którzy nie wykazali wpływu stosowania dokarmiania dolistnego nawozem InCa oraz di-1-P-mentenu na zawartość kwasu askorbinowego w owocach czereśni odmiany Burlat.

Zdaniem Domagały-Świątkiewicz i Gąstoła (2013), terroir oznacza zdolność do rozróżniania win według regionów poprzez zawartość w nich makro- i mikroelementów, a w zasadzie wzorzec wina będzie odzwierciedlał geochemię gleby na której były uprawiane. Oczywiście jest kilka czynników, takich jak zanieczyszczenie środowiska, pogoda, praktyki rolnicze, klimat i przede wszystkim odmiana, które mogą ten wzorzec modyfikować (Marschner 1995, Greenough i in. 2005, Mackenzie i Christy 2005, Van Leeuwena i Seguin 2006, Cozzolino i in. 2010, Pacheco i in. 2010, Domagała-Świątkiewicz i Gąstoł 2013). Odpowiednie zaopatrzenie winorośli w makro i mikroelementy zapewnia odpowiednią wielkość i jakość uzyskanego plonu (Bergmann 1992, Mullins i in. 1992, Marschner 1995). Podstawową formą żywienia roślin jest nawożenie doglebowe (Fregoni, 1998). Jeżeli jednak w wyniku niesprzyjających warunków środowiska, lub niedoboru składników w glebie wystąpi taka potrzeba, to składniki pokarmowe w roślinach można uzupełnić stosując dokarmianie dolistne (Kaya i Higgs 2003, Tejada i Gonzales 2004, Kannan 2010). Według Domagały-Świątkiewicz i Gąstoła (2013) w literaturze mało jest informacji na temat związku pomiędzy zawartością składników pokarmowych w liściach winorośli, a ich ilością w owocach. Zdaniem cytowanych autorów taka wiedza jest niezbędna przy wyborze lokalizacji winnicy i pozwoli lepiej zrozumieć interakcje zachodzące pomiędzy glebą, a winoroślą.

W badaniach własnych średnia zawartość azotu ogólnego w liściach winorośli wynosiła w kolejnych latach badań odpowiednio 19,4; 16,2; 17,9; 20,8 g·kg⁻¹ s.m., fosforu 3,3; 1,9; 1,9; 2,5 g·kg⁻¹ s.m., potasu 14,5; 23,4; 12,2; 9,7 g·kg⁻¹ s.m., wapnia 9,3; 8,8; 10,5; 8,8 g·kg⁻¹ s.m., magnezu 0,90; 0,53; 2,6; 3,2 g·kg⁻¹ s.m. Według Liska i in. 2015 stwierdzona zawartość azotu w liściach odmiany Seyval Blanc należy uznać za niską. Według cytowanych autorów liście badanej odmiany charakteryzowały się optymalną, a nawet wysoką zawartością fosforu. Średnia zawartość potasu stwierdzona w liściach była zróżnicowana, w pierwszych dwóch latach badań można uznać ją za wysoką, natomiast w trzecim roku badań za optymalną a w czwartym za niską. Zawartość wapnia w liściach pomimo dokarmiania nawozem InCa należy uznać za deficytową. Zawartość magnezu w liściach winorośli w dwóch pierwszych latach badań należy uznać za deficytową, natomiast w trzecim i czwartym roku za optymalną (Lisek i in. 2015). Według Krohn i Ferree (2005) zawartość azotu w ogonkach liściowych Seyval Blanc waha się od 6,1 do 6,6 g·kg⁻¹ s.m., potasu od 32,0 do 70,2 g·kg⁻¹ s.m., zaś wapnia od 18,4 do 23,0 g·kg⁻¹ s.m. Mikoryzacja winorośli, w pierwszym doświadczeniu, nie wpłynęła na zawartość w liściach fosforu, wapnia i magnezu, a w doświadczeniu II na akumulację azotu, fosforu i magnezu. Zawartość azotu w liściach zwiększyła się pod wpływem szczepionki mikoryzowej jedynie w 2015 roku, a potasu w 2014. Wpływ dokarmiania dolistnego preparatami Silvit i InCa na zawartość azotu w liściach był niejednoznaczny i zróżnicowany w zależności od roku prowadzonych badań. Nascimento i in. (2022), uważają, że doglebowe nawożenie krzemem, może korzystnie wpływać na zwiększenie pobierania makro- i mikroelementów przez stołowe odmiany winorośli, szczególnie w warunkach stresu związanego z niedoborem wody. W przypadku fosforu zaznaczył się jedynie wpływ preparatu InCa w roku 2015. Dokarmianie preparatem Silvit sprzyjało akumulacji potasu, a zastosowanie preparatu InCa zwiększało ilość wapnia w liściach badanej odmiany. W pierwszym i ostatnim roku badań zanotowano wpływ preparatu Silvit na zwiększenie akumulacji magnezu przez liście odmiany Seyval Blanc. Zdaniem Mikiciuka (2012) dokarmianie dolistne Alkalin K+Si nie wpływa na zawartość azotu, siarki, fosforu, potasu, wapnia i magnezu w liściach trzech odmian truskawki. Dolistne stosowanie preparatu InCa, według Mikiciuka i in. (2015a), wpływa na zwiększenie kumulacji azotu i wapnia w liściach czereśni odmiany Burlat. Zdaniem cytowanych autorów powoduje również zmniejszenie zawartości fosforu, potasu i magnezu w liściach badanej odmiany. Zastosowany antytranspirant Vapor Gard nie wpłynął na zawartość makroelementów w liściach. Podobne wyniki

badania uzyskali Mikiciuk i in. (2021) po zastosowaniu antranilanu metylu (di-1-P-mentenu) w uprawie czereśni. Zdaniem cytowanych autorów antytranspirant nie wpływał na zawartość azotu, fosforu, potasu, wapnia, magnezu i siarki w liściach tego gatunku.

W badaniach własnych średnia zawartość azotu ogólnego w owocach winorośli wynosiła w kolejnych latach badań odpowiednio 5,2; 5,8; 6,08 g·kg⁻¹ s.m., fosforu 2,07; 1,71; 1,91 g·kg⁻¹ s.m., potas 12,6; 13,5; 11,65 g·kg⁻¹ s.m., wapnia 0,90; 1,61; 1,40 g·kg⁻¹ s.m., magnezu 0,55; 0,65; 0,69 g·kg⁻¹ s.m. Według Krośniaka i in. (2009) zawartość azotu w owocach odmiany Seyval Blanc wynosi 79,2 mg·L⁻¹, natomiast potasu 564 mg·L⁻¹. Mikoryzacja winorośli w I doświadczeniu, nie wpłynęła na zawartość w owocach, fosforu, a w doświadczeniu II na ilość azotu, fosforu i wapnia. W doświadczeniu I zaobserwowano wpływ szczepionki mikoryzowej na zwiększenie zawartości azotu, potasu i magnezu w roku 2014, a wapnia w roku 2016. W doświadczeniu II mikoryzacja sprzyjała kumulacji potasu i magnezu tylko w roku 2015. Zastosowanie preparatu Silvit zwiększało zawartość potasu w owocach, zaznaczyć należy jednak, że w roku 2014 stwierdzone różnice pomiędzy średnimi nie były statystycznie istotne. Najwyraźniej na zwiększenie zawartości wapnia w owocach wpływało dokarmianie dolistne preparatem InCa. Zastosowane preparaty nie wpłynęły na zawartość magnezu w owocach badanej odmiany. Jak podaje Mikiciuk (2012) dokarmianie dolistne Alkalin K+Si nie wpływa na zawartość azotu, siarki, fosforu, potasu, wapnia i magnezu w owocach truskawki. Według Mikiciuka i in. (2015a) dolistne dokarmianie nawozem InCa nie wpływa na zawartość azotu, fosforu i potasu w owocach czereśni. Jak podają cytowani autorzy preparat InCa powoduje zwiększenie ilości wapnia i zmniejszenie magnezu w owocach tego gatunku. Podobny pogląd prezentują Maya-Meraz i in. (2023) według których po zastosowaniu w fazie veraison oprysku CaCO₃ nastąpiło zwiększenie zawartości wapnia w winogronach odmiany Shiraz. Antytranspirant nie wpływał na zawartość azotu w owocach, a jego wpływ na ilość fosforu, potasu i magnezu ujawnił się jedynie w niektórych latach badań. W roku 2014 i 2015 di-1-P-menten sprzyjał kumulacji wapnia w owocach. Nieco odmienne wyniki badań uzyskali Mikiciuk i in. (2021), według których stosowanie antytranspiranta Vapor Gard nie wpływało na ilość makroelementów w czereśniach.

Średnia zawartość sodu w liściach odmiany Seyval Blanc wynosiła w kolejnych latach badań odpowiednio 70,9; 64,6; 54,8; 39,8 mg·kg⁻¹ s.m., żelaza 56,4; 96,6; 69,1; 41,1 mg·kg⁻¹ s.m., manganu 39,2; 63,3; 51,6; 38,7 mg·kg⁻¹ s.m., cynku 16,6; 23,59; 20,65;

22,5 mg·kg⁻¹ s.m., miedzi 85,6; 24,0; 110,4; 37,1 mg·kg⁻¹ s.m. Jak podaje Krohn i Ferree (2005) ilość sodu w ogonkach liściowy odmiany Seyval Blanc od 0,99 do 1,73 mg·kg⁻¹ s.m., żelaza od 30,2 do 35,1 mg·kg⁻¹ s.m., zaś cynku od 41,5 do 62,1 mg·kg⁻¹ s.m. W doświadczeniu I wpływ mikoryzacji na zawartość sodu, żelaza i miedzi uwidoczniła się jedynie w niektórych latach badań. Preparat Mykoflor zwiększał zawartość manganu w liściach badanej odmiany. W doświadczeniu II nie wykazano wpływu inokulacji systemu korzeniowego na akumulację żelaza i miedzi w liściach winorośli odmiany Seyval Blanc. Wpływ szczepionki mikoryzowej na zawartość sodu i cynku, podobnie jak w doświadczeniu pierwszym był zróżnicowany i zaznaczył się tylko w niektórych latach badań. Mikoryza przyczyniła się do zwiększenia zawartości manganu w roku 2014 i 2015. Zastosowane dolistnie preparaty Silvit i InCa nie wpłynęły na zawartość manganu, a ich wpływ na ilość w liściach sodu oraz pozostałych badanych mikroelementów był niejednoznaczny i zróżnicowany w poszczególnych latach badań. Zdaniem Mikiciuka (2012) nawożenie potasowo-krzemowe Alkalin K+Si nie wpływa na zawartość sodu, żelaza, manganu i cynku w liściach trzech odmian truskawki. Według Mikiciuka i in. (2015) dolistne dokarmianie nawozem InCa zwiększa zawartość manganu, zmniejsza koncentrację miedzi i nie wpływa na ilość cynku w liściach czereśni odmiany Burlat. Antytranspirant oparty o di-1-P-menten nie wpłynął na ilość w liściach manganu i cynku, zwiększył zaś zawartość miedzi, przy czym stwierdzone różnice w roku 2014 nie były statystycznie istotne. Antytranspirant zwiększył również zawartość żelaza w liściach, jednak różnice statystycznie istotne pomiędzy średnimi stwierdzono tylko w roku 2013 i 2015. Zdaniem Mikiciuka i in. (2021) antytranspirant Vapor Gard nie wpływa na koncentrację manganu, cynku i miedzi w liściach czereśni odmiany Burlat.

Średnia zawartość sodu w owocach odmiany Seyval Blanc wynosiła w kolejnych latach badań odpowiednio sodu 80,6; 39,4; 31,3 mg·kg⁻¹ s.m., żelaza 17,4; 13,8; 10,4 mg·kg⁻¹ s.m., manganu 4,7; 4,8; 2,4 mg·kg⁻¹ s.m., cynku 13,7; 14,1; 12,9 mg·kg⁻¹ s.m., miedzi 2,1; 4,4; 4,1 mg·kg⁻¹ s.m. Zawartość sodu w owocach odmiany Seyval Blanc wynosi 136 mg·L⁻¹, natomiast cynku 0,29 mg·L⁻¹ (Krośniak i in. 2009). Zdaniem Domagały-Świątkiewicz i Gąstoła (2013) zawartość sodu w owocach odmiany Seyval Blanc waha się od 3,82 do 4,45 mg·kg⁻¹ s.m., żelaza od 1,30 do 1,50 mg·kg⁻¹ s.m., manganu 1,39 do 2,07 mg·kg⁻¹ s.m., cynku 0,65 do 10,7 mg·kg⁻¹ s.m., zaś miedzi od 0,25 do 0,37 mg·kg⁻¹ s.m. Mikoryzacja winorośli, w pierwszym doświadczeniu, nie wpłynęła na zawartość w owocach sodu, żelaza i miedzi. Pod wpływem szczepionki Mykoflor zawartość manganu zwiększyła w owocach badanej odmiany w roku 2014,

a cynku w roku 2016. W doświadczeniu II nie wykazano wpływu inokulacji szczepionką mikoryzową na ilość sodu, żelaza, manganu, cynku i miedzi w winogronach odmiany Seyval Blanc. Nie stwierdzono wpływu preparatów Silvit i InCa na zawartość żelaza, manganu i cynku w owocach badanej odmiany. Na zwiększenie ilości sodu w owocach, tylko w roku 2015 wpłynął preparat Silvit. Preparat ten zwiększył również kumulację miedzi w owocach w roku 2015 i 2016. Jak podaje Mikiciuk (2012) nawożenie potasowo-krzemowe Alkalin K+Si nie wpływa na zawartość sodu, żelaza, manganu i cynku w owocach truskawki. Według Mikiciuk i in. (2015a) dokarmianie dolistne nawozem InCa nie wpływa na zawartość manganu, cynku i miedzi w owocach czereśni. Antytranspirant Vapor Gard wpłynął na zwiększenie zawartości sodu jedynie w roku 2015. Di-1-P-menten nie wpłynął na ilość badanych mikroelementów w winogronach. Podobne wyniki uzyskali Mikiciuk i in. (2021), bowiem zdaniem cytowanych autorów dolistne zastosowanie di-1-P-mentenu nie wpływa na ilość manganu, cynku i miedzi w czereśniach.

6. Wnioski

Na podstawie wyników przeprowadzonych badań można sformułować następujące wnioski:

1. W doświadczeniu I, w fazie dojrzałości owoców, wykazano wpływ zabiegu mikoryzacji na zwiększenie natężenia asymilacji CO₂ w liściach badanej odmiany winorośli. Podobną zależność w doświadczeniu II stwierdzono jedynie w roku 2014.
2. Dokarmianie dolistne krzemem zwiększyło intensywność transpiracji.
3. Zastosowane dokarmianie dolistne krzemem i wapniem nie wpłynęło na efektywność wykorzystania wody w fotosyntezie.
4. Antytranspirant di-1-P-mentenu zwiększył natężenie asymilacji CO₂ w fazie przebarwiania się owoców, przyczynił się również do zmniejszenia transpiracji oraz zwiększenia efektywności wykorzystania wody w fotosyntezie.
5. Mikoryzacja badanej odmiany winorośli zwiększyła zawartość chlorofilu „a” oraz chlorofilu całkowitego w liściach, przy czym w doświadczeniu II zależność taką wykazano jedynie w fazie przebarwiania owoców w roku 2015.
6. W doświadczeniu I szczepionka mikoryzowa zwiększyła koncentrację karotenoidów w liściach winorośli w fazie przebarwiania owoców w roku 2014 i 2015, a w fazie dojrzewania w 2014 i 2016. W doświadczeniu II podobną zależność stwierdzono w fazie przebarwiania owoców w roku 2014 i 2015, a w fazie dojrzałości owoców w 2014 roku.
7. Wpływ szczepionki mikoryzowej, dokarmiania dolistnego oraz aplikacji antytranspiranta na wartość parametru fluorescencji chlorofilu F_v/F_m , był zróżnicowany i zanotowano go tylko w niektórych terminach i latach badań.
8. Nie wykazano wpływu inokulacji grzybami mikoryzowymi na czas osiągnięcia poziomu maksymalnej fluorescencji chlorofilu (T_{FM}). Zastosowane nawozy dolistne oraz di-1-P-menten wpłynęły na omawiany parameter jedynie w roku 2014.
9. Mikoryzacja, dokarmianie dolistne krzemem i wapniem oraz antytranspirant zwiększyły wartość parametru AREA tylko w roku 2014.

10. Inokulacja korzeni winorośli odmiany Seyval Blanc szczepionką mikoryzową oraz zastosowane dolistnie preparaty nie wpłynęły na parametry biometryczne plonu.
11. Mikoryzacja winorośli, w doświadczeniu I, nie wpłynęła na zawartość w liściach P, Ca i Mg, a w owocach na ilość ekstraktu, polifenoli ogółem, kwasu askorbinowego, P, Na, Fe i Cu. W doświadczeniu II nie wykazano wpływu inokulacji systemu korzeniowego na akumulację N, P, Mg, Fe i Cu w liściach winorośli oraz na kwasowość ogólną, DPPH i ABTS owoców, a także zawartość w nich flawonoidów, kwasu askorbinowego, N, P, Ca, Na, Fe, Mn, Zn i Cu. Zabieg mikoryzacji sprzyjał akumulacji Mn w liściach badanej.
12. Preparat Silvit zwiększył zawartość K, a preparat InCa zawartość Ca w liściach i owocach badanej odmiany winorośli. Wpływ zastosowanych preparatów na zawartość pozostałych makro- i mikroskładników w liściach i owocach zanotowano tylko w niektórych terminach i latach badań. Nawozy nie wpłynęły na zawartość ekstraktu, kwasowość ogólną i ilość badanych związków biologicznie czynnych w owocach oraz na ich pH i właściwości przeciwutleniające.
13. Zastosowane antytranspiranta opartego o di-1-P-menten nie wpłynęło na zawartość makroelementów oraz Mn i Zn w liściach, oraz na kwasowość ogólną, pH i całkowitą pojemność antyoksydacyjną ABTS owoców, a także zawartość w nich ekstraktu, polifenoli, flawonoidów, kwasu askorbinowego, N, Fe i Cu.
14. Ze względu na brak negatywnego wpływu di-1-P-mentenu na parametry biometryczne i jakościowe plonu oraz korzystny wpływ na efektywność procesów fizjologicznych (zwiększenie asymilacji w fazie przebarwiania owoców oraz zmniejszenie intensywności transpiracji) może on efektywnie zwiększać tolerancję winorośli na stresy abiotyczne.

7. Bibliografia

1. Abbaspour H., Saeidi-Sar S., Afshari H., Abdel-Wahhab M.A. 2012. Tolerance of mycorrhiza infected pistachio (*Pistacia vera* L.) seedling to drought stress under glasshouse conditions. *Journal of Plant Physiology* 169. 704–709 s.
2. Abdel-Fattah G.H. 2013. Response of waterstressed rose of China (*Hibiscus rosa-sinensis* L.) plant to treatment with calcium carbonate and vapor gard antitranspirants. *J. Appl. Sci. Res.* 9: 6. 3566–3572 s.
3. Abiria K., Rezaeia M., Tahanianb H., Heidaric P., Khadivi A. 2020. Morphological and pomological variability of a grape (*Vitis vinifera* L.) germplasm collection. *Scientia Horticulturae*. Vol 266. 109285. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109285>. 1-12 s.
4. Adamczewska-Sowińska K., Babelowski P., Chohura P., Caplicka-Pędzich M., Gudarowska E., Krężel J., Mazurek J., Sosna I., Szewczuk A. 2016. *Agrotechniczne Aspekty Uprawy Winorośli*. Praca zbiorowa. Wrocław. ISBN 9788394693107. 203 s.
5. Amendola C., Montagnoli A., Terzaghi M., Trupiano D., Oliva F., Baronti S., Miglietta F., Chiatante D., G.S. Scippa G.S. 2017. Short-term effects of biochar on grapevine fine root dynamics and arbuscular mycorrhizae production. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 239. 236–245 s.
6. Amerine M. A., Berg H. W., Kunkee R. E., Ouhg C. S., Singleton V. L., Webb A. D. 1980. *The technology of wine making*. Fourth edition. AVI Publishing Company Inc. Westport. Conn. 794 s.
7. Angelini G., Ragni P., Esposito D., Giardi P., Pompili M. L., Moscardelli R., Giardi M. T. 2001. A device to study the effect of space radiation on photosynthetic organisms. *Physica Medica* 17.Suppl. 1. 267-268 s.
8. Arnon D. J., Allen M. B., Whatley F. 1956. Photosynthesis by isolated chloroplast. *Biochim. Biophys. Acta* 20: 449- 461 s.
9. Bachowski C., Kudełko J., Wirth H., 2010. Na dobrej skale dobra winorośl dojrzewa – współpraca enologa z geologiem w procesie produkcji wina. *Dzieje górnictwa – element europejski dziedzictwa kultury*. Wrocław. vol 3. 6-22 s.
10. Bacilieri R., Lacombe T., Le Cunff L., Di Vecchi-Staraz M., Laucou V., Genna B., Peros J. P., This P., Boursiquot J. M. 2013. Genetic structure in cultivated grapevines is linked to geography and human selection. *BMC Plant Biol* 13-25s.
11. Baláž B., Rybár P. 2006. Wine, geology and tourism. *Geoturystyka*. 2. 13-28 s.

12. Bardel M., Gogoliński W. 2015. Wiedza o winie Tom I Podstawy. Wydawnictwo Czas Wina Sp. z o.o. Kraków 264 s.
13. Baronti S., Vaccari F. P., Miglietta F., Calzolari C., Lugato E., Orlandini S., Genesio L. 2014. Impact of biochar application on plant water relations in (*Vitis vinifera* L.). *European Journal of Agronomy*. 53. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2013.11.003>. 38-44 s.
14. Bergmann W. 1992. *Nutritional Disorders of Plants, Development, Visual and Analytical Diagnosis*. Gustav Fischer Verlag. Jena. pp: 86-333 s.
15. Berkey T.G., Mansfield A.K., Lerch S.D., Meyers J.M., Heuvel J.E.V. 2011. Crop load adjustment in 'Seyval Blanc' winegrape: Impacts on yield components, fruit composition, consumer wine preferences, and economics of production. *HortTechnology*. 21: 5. 593-598 s.
16. Białecki T., Turek-Kwiatkowska L. 1991. *Szczecin stary i nowy*. Szczecińskie Towarzystwo Kultury. Szczecin. 406 s.
17. Bielecka-Łączak O. 2013. Zapomniana tradycja szczecińskich winnic - przeszłość i przyszłość. *Przestrzeń i Forma*. nr 20. 317-336 s.
18. Błaszowski J. 2004. Przeszłość, terażniejszość i przyszłość klasyfikacji arbuskulanych grzybów mikoryzowych. *Kosmos problemy nauk biologicznych*. Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika. Tom 53. 1: 262. 17-24 s.
19. Bodor-Pesti P., Taranyi D., Deák T., Nyitrai Sárday D. A., Varga Z. 2023. A Review of Ampelometry: Morphometric Characterization of the Grape (*Vitis spp.*) Leaf. *Plants* 12: 3. 452. <https://doi.org/10.3390/plants12030452>. 1-22 s.
20. Bolhár-Nordenkamp H. R., Öquist G. 1993. Chlorophyll fluorescence as a total in photosynthesis research. In: *Photosynthesis and production a changing environment*. Eds. D. O. Hall et al. Chapman and Hall. London: 193-206 s.
21. Borkowska B. 2004. Dlaczego mikoryza jest szansą sukcesu dla roślin ogrodniczych i leśnych. *Wyd. Wieś Jutra*. Warszawa. 14-18 s.
22. Borkowska B. 2011. *Fizjologia Roślin sadowniczych strefy umiarkowanej t.1* red. Jankiewicz L. Lipecki J. Mikoryza. PWN Warszawa. 224-250 s.
23. Borowiak K., Korszun S. 2011. Wstępne badania aktywności fotosyntezy jednorocznych roślin wybranych odmian winorośli. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*. 259. 179-191 s.

24. Bosak W. 2004. Uprawa winorośli i winiarstwo w małym gospodarstwie na Podkarpaciu. Poradnik dla początkujących. Polski Instytut Winorośli i Wina. Jasło s 1-80 s.
25. Boulton R. 1980. The general relationship between potassium, sodium and pH in grape juice and wine. *Am. J. Enol. Vitic.* 31. 182-186 s.
26. Braca A., Tommasi N.D., Bari L.D., Pizza C., Politi M., Morelli I. 2001. Antioxidant principles from *Bauhinia terapotensis*. *J. Natur. Prod.* 64: 892-895 s.
27. Brillante L., Belfiore N., Gaiotti F., Lovat L., Sansone L., Poni S., Tomasi D. 2016. Comparing kaolin and pinolene to improve sustainable grapevine production during drought. *PLoS One.* 11: 6. 1-19 s.
28. Brodnicka E. 2019. Rozwój polskiego winiarstwa w latach 2000–2017. *Zeszyty Naukowe SGGW-Ekonomika i Organizacja Gospodarki Żywnościowej.* 126. 5-16 s.
29. Brunetto G., Melo G. W. B. D., Toselli M., Quartieri M., Tagliavini M. 2015. The role of mineral nutrition on yields and fruit quality in grapevine, pear and apple. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 37: 4. <https://doi.org/10.1590/0100-2945-103/15.1089-1104> s.
30. Bułhakow W. D. 2002. Uprawa winorośli. Bao Donieck. Tłumacz. z rosyjskiego Deptuła W. 94 s.
31. Candido V., Campanelli G., D'Addabbo T., Castronuovo D., Renco M., Camele I. 2013. Growth and yield promotion effect of artificial mycorrhization combined with different fertilizer rates on field-grown tomato. *Ital. J. Agron.* 8: 3. 168-174 s.
32. Cataldo E., Salvi L., Sbracci S., Storchi P., Mattii G. B. 2020. Sustainable viticulture: Effects of soil management in *Vitis vinifera*. *Agronomy.* 10: 12. 1949. 1-15 s.
33. Charzyński P., Nowak A., Podgórski Z. 2013. Turystyka winiarska na Ziemi Lubuskiej – historyczne uwarunkowania konieczność czy nowatorskie rozwiązanie? *Jurnal of Health Sciences.* 3: 15. 198-216 s.
34. Cieślińska K., Skalska A., Cisek D., Krzyżak J., Pogrzeba M. 2016. Mikoryza arbuzulama wybranych gatunków roślin energetycznych uprawianych na terenie zanieczyszczonym metalami ciężkimi. *Interdyscyplinarne zagadnienia w inżynierii i ochronie środowiska 7.* Wrocław. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej. 13-28 s.

35. Cozzolino D., Cynkar W.U., Damberg R.G., Gishen M., Smith P. 2010. Grape (*Vitis vinifera*) compositional data spanning ten successive vintages in the context of abiotic growing parameters. *Agric. Ecosys. Environ.* 139: 565-570 s.
36. Creasy G. L., Creasy L. L. 2018 *Grapes* 2nd Edition. CABI Publishing. USA. ISBN 9781786391360. 414 s.
37. Czuba R. 2001. Znaczenie potasu w polskim rolnictwie. Internatinal Potash Institute. Basel, Switzerland, 37 s.
38. De Orduna R.M. 2010. Climate change associated effects on grape and wine quality and production. *Food Research International.* 43: 7. 1844-1855 s.
39. Derradji-Benmeziane F., Djamaï R., Cadot Y. 2014. Antioxidant capacity, total phenolic, carotenoid, and vitamin C contents of five table grape varieties from Algeria and their correlations. *OENO One* 48: 2. 153-162 s.
40. Di Vaio C., Marallo N., Di Lorenzo R., Pisciotta, A. 2019. Anti-transpirant effects on vine physiology, berry and wine composition of cv. Aglianico (*Vitis vinifera* L.) grown in south Italy. *Agronomy.* 9: 5. 244 s.
41. Di Vaio C., Villano C., Lisanti M. T., Marallo N., Cirillo A., Di Lorenzo R., Pisciotta A. 2020. Application of anti-transpirant to Control Sugar Accumulation in grape berries and alcohol degree in wines obtained from thinned and unthinned vines of cv. Falanghina *Vitis vinifera* L. *Agronomy.* 10: 3. 345 s.
42. Dobrowolska-Iwanek J., Gąstol M., Wanat A., Krośniak M., Jancik M., Zagrodzki, P. 2014. Wine of cool-climate areas in South Poland. *South African Journal of Enology and Viticulture,* 35: 1. 1-9 s.
43. Domagala-Swiatkiewicz I., Gastol, M. 2013. Effect of nitrogen fertilization on the content of trace elements in cv. Bianca grapevine (*Vitis* sp.). *Journal of Elementology.* 18:1.
44. Du Plessis C.S. 1984. Optimum Maturity and Quality Parameters in Grapes: A Review. *S. Afr. Enol.* 5: 35-42 s.
45. Elhindi K. M., El-Din A. S., Elgorban A. M. 2017. Wpływ grzybów mikoryzowych arbuskularnych na łagodzenie niekorzystnych skutków wywołanych solą w bazylii słodkiej (*Ocimum basilicum* L.). *Saudi journal of biological sciences.* 24: 1. 170-179 s.
46. Fahmi A. I., Nagaty M. A., El-Shehawi A. M. 2012. Fruit quality of Taif grape (*Vitis vinifera* L.) cultivars. *Journal of American Science.* 8: 5. 590 – 599 s.

47. Falcão L. D., Chaves E. S., Burin V. M., Falcão A. P., Gris E. F., Bonin V., Bordignon-Luiz M. T. 2008. Maturity of Cabernet Sauvignon berries from grapevines grown with two different training systems in a new grape growing region in Brazil. *Ciencia e investigación agraria*, 35: 3. 321-332 s.
48. Ferree D. C., Scurlock D. M., Schmid J. C. 2005. Chemical bloom thinning hybrid grape cultivars. *Small Fruits Review*. 4: 4. 83-93 s.
49. Fidelibus M. W., Christensen L. P., Katayama D. G., Verdenal, P. T. 2006. Yield components and fruit composition of six Chardonnay grapevine clones in the Central San Joaquin Valley, California. *American journal of enology and viticulture*. 57: 4. 503-506 s.
50. Fidelibus M., 2006. Yield Components and Fruit Composition of Six Chardonnay Grapevine Clones in the Central San Joaquin Valley, California. *Am. J. Enol. Vitic.* 57:4. 503 -506 s.
51. Filipiak T., Maciejczak M. 2017. Zrównoważona uprawa winorośli i produkcja winogron jako szanse na dostosowanie do zmian klimatu badane w projekcie VITISMART. *Wiś Jutra* nr 4. ISSN 1507-1065. 18-20 s.
52. Fortes A.M., Pais M.S. 2016. Nutritional composition of fruit cultivars. *Academic Press*. 257–286 s.
53. Francini A., Lorenzini G., Nali C. 2011. The Antitranspirant Di-1-p-menthene. a Potential Chemical Protectant of Ozone Damage to Plants. DOI 10.1007/s11270-010-0720-6. *Water Air Soil Pollut.* 219. 459-472 s.
54. Fregoni M. 1998. *Viticultura di qualità*. Stampa Grafiche Lama. Piacenza. 597-680 s.
55. Gallander J.F. 1983. Effect of grape maturity on the composition and quality of Ohio Vidal blanc wines. *Am. J. Enol. Vitic.* 34: 139-141 s.
56. Ganugi P., Fiorini A., Tabaglio V., Capra F., Zengin G., Bonini P., Lucini, L. 2023. A 3-year application of different mycorrhiza – based plant biostimulants photosynthetic performance, leaf metabolism, and fruit quality in grapes (*Vitis vinifera* L.) *Frontiers in Plant Science*. 12: 2. 520 s.
57. Gao X., Guo H., Zhang Q., Guo H., Zhang L., Zhang C., Zeng F. 2020. Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) enhanced the growth, yield, fiber quality and phosphorus regulation in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Scientific reports*. 10: 1. 2084 s.
58. Garde-Cerdán T., González-Lázaro M., Alonso-Ortiz de Urbina D., Sáenz de Urturi I., Marín-San Román S., Murillo-Peña R., Fernández, V. 2023. Foliar

applications of calcium, silicon and their combination: a tool to improve grape composition and quality. *Applied Sciences*, 13: 12. 7217. 1-15 s.

59. Gąstoł M. 2015. Vineyard performance and fruit quality of some interspecific grapevine cultivars in cool climate conditions. *Folia Horticulturae*. 27: 1. 21-31 s.
60. Gąstoł M., Krośniak M., Domagała-Świątkiewicz I. 2012. Antioxidant capacity, phenol and mineral content of grapes grown in southern Poland. *Acta Hort*. 931: 345-348 s.
61. Ghan R., Van Sluyter S.C., Hochberg U., Degu A., Hopper D.W., Tillet R.L., Schlauch K.A., Haynes P.A., Fait A., Cramer G.R. 2015. Five omic technologies are concordant in differentiating the biochemical characteristics of the berries of five grapevine (*Vitis vinifera* L.) cultivars. *BMC Genomics*. Volume 16: 946. DOI 10.1186/s12864-015-2115-y. 1-26 s.
62. Glories Y. 1988. Anthocyanins and tannins from wine: organoleptic properties. *Prog Clin Biol Res* 280: 123–134 s.
63. Głąbiński Z., Koźmiński C. 2019. Turystyka winiarska jako czynnik lokalnego rozwoju obszarów wiejskich województwa zachodniopomorskiego. DOI: 10.5604/01.3001.0013.7520. *Folia Turistica*. 53. 263-284 s.
64. Golcz A., Bosiacki M. 2008. Reakcja Tymianku właściwego (*Thymus vulgaris* L.) na wzrastające dawki azotu oraz zabieg szczepienia grzybami mikoryzowymi. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. Vol. 53: 3. 72-74 s.
65. Golis T. 2014. Ilustrowany katalog odmian winorośli. InHort Instytut Ogrodnictwa. Skierniewice. 38 s.
66. Gomes T. M., Mazon L. F., Panceri C. P., Machado B. D., Brighenti A., Burin V. M., Bordignon-Luiz M. T. 2020. Changes in vineyard productive attributes and phytochemical composition of sauvignon blanc grape and wine induced by the application of silicon and calcium. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 100: 4. 1547-1557 s.
67. Góralczyk A. 2016. *Vitis Vinifera Sylvestris* i *Vitis Vinifera Sativa*. Udomowienie i upowszechnienie się upraw winorośli w starym świecie na podstawie badań archeologicznych i paleobotanicznych. *Folia Praehistorica Posnaniensia*. Poznań. vol XXI. ISSN 0239-8524 <http://dx.doi.org/10.14746/fpp.2016.21.05>. 124-148 s.

68. Górecki R., Borkowski J., Stepowski J., Busch-Danielski W., Kowalczyk W. 2004. Wpływ krzemu na wzrost i plonowanie oberzyny i pomidora w substracie torfowym. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*. 502: 2. 483-489 s.
69. Greenough J.D., Mallory- Greenough L.M., Fryer B.J. 2005. *Geology and Wine 9: Regional trace element fingerprinting of Canadian wines*. *Geoscience Canada*. 32: 129-137 s.
70. Gregorczyk A. 1995. O modyfikacji klimatogramów Waltera i Lietha. *Zesz. Nauk. AR Szczecin. Ser. Rolnictwo*. 167: 60. 29-33 s.
71. Grzebisz W., Gaj R., Przygocka-Cyna K. 2010. Rola składników pokarmowych budowaniu mechanizmów odporności roślin uprawnych na presje patogenów. *Progress i Plant Protection* 50: 2. 517-532 s.
72. Gucwa-Przepióra E. 2012. Udział mikoryzy arbuskularnej w procesach fitoremediacji – mikoryzoremediacja. *Wiadomości Botaniczne*. 56 ½. 5–19 s.
73. Gut J., Krzywonos M., Piekara A. 2020. Czynniki kształtujące jakość wina, *Nauki Inżynierskie i Technologie. Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*. nr 36. DOI:10.15611/nit.2020.36.06. 103-112 s.
74. Hager A., Mayer-Berthenrath T. 1966. Die Isolierung und quantitative Bestimmung der Carotenoide und Chlorophyll von Blättern, Algen und isolierten Chloroplasten mit Hilfe Dunnschichtchromatographischer Methoden. *Planta*. Berlin 69: 198-217 s.
75. Hao Z., Fayolle L., van Tuinen D., Chatagnier O., Li X., Gianinazzi S., Gianinazzi-Pearson V. 2012. Local and systemic mycorrhiza-induced protection against the ectoparasitic nematode *Xiphinema index* involves priming of defence gene responses in grapevine. *Journal of Experimental Botany* 63. 3657–3672 s.
76. He S., Sun C.R., Pan Y.J. 2008. Red wine polyphenols for cancer prevention. *International Journal of Molecular Sciences*. 9: 842–853 s.
77. Hilszczańska D. 1997. Mikoryzy i ich rola w środowisku. *Sylwan*. 2. 59-64s.
78. Hilszczańska D. 2004. Metody identyfikacji ektomikoryz. *Leśne prace badawcze*. 4. 161-168 s.
79. Intrieri C., Allegro G., Valentini G., Pastore C., Colucci E., Filippetti I. 2013. Effect of pre-bloom anti-transpirant treatments and leaf removal on “Sangiovese”(*Vitis vinifera* L.) winegrapes. *Vitis*. 52: 3. 117-124 s.

80. Izajasz-Parchańska M., Cioch M., Tuszynski T. 2014. Monitoring parametrów dojrzałości technologicznej winogron na terenie małopolskiej winnicy Srebrna Góra, w sezonie wegetacyjnym 2012. *Acta Agrophysica*. 21: 3. 263 – 278 s.
81. Jackson R. 2008. *Wine science*. Academic Press. USA. Third edition. 978 s.
82. Jamiołkowska A., Księżniak A., Hetman B., Kopacki M., Skwaryło-Bednarz B., Gałązka A., Thanoon A.H. 2017. Interactions of arbuscular mycorrhizal fungi with plants and soil microflora. *Acta Sci. Pol. Horto-rum Cultus*. 16: 5. 89–95 s.
83. Jaros V. 2015. Współczesne nazwy polskich winnic. *Journal Onomastica*. DOI <http://dx.doi.org/10.17651/ONOMAST.59.19>. vol. 59. 301-319 s.
84. Jaster D., Tomczyk AM., Hildebrandt-Radke I., Matulewski P. 2024. Agroclimatic Indicators for Grapevines in the Zielona Góra Wine Region (Poland) in the Era of Advancing Global Warming. *Atmosfera*. 15: 6. 657 s.
85. Jifon J. L., Lester G. E. 2009. Foliar potassium fertilization improves fruit quality of field-grown muskmelon on calcareous soils in south Texas. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 89: 14. 2452-2460 s.
86. Johnson H., Robinson J. 2001. *The World Atlas of Wine*. Wydanie 5 poprawione. ISBN 1845331656, 9781845331658. 352 s.
87. Kalaji M. H., Łoboda T. 2007. Photosystem II of barley seedlings under cadmium and lead stress. *Plant Soil Environ*. 53. 511-516 s.
88. Kalaji M. H., Łoboda T. 2010. Fluorescencja chlorofilu w badaniach stanu fizjologicznego roślin. Wydawnictwo SGGW, Warszawa. 116 s.
89. Kannan S. 2010. Foliar Fertilization for Sustainable Crop Production. In: E. Lichtfouse (ed). *Genetic Engineering, Biofertilization, Soil Quality and Organic Farming. Sustainable Agriculture Reviews 4*. Springer Verlag. Springer. 371-402 s.
90. Kanwal S., Bano A., Malik R.N. 2015. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on metals uptake, physiological and biochemical response of *Medicago sativa* L. with increasing Zn and Cd concentrations in soil. *Am. J. Plant Sci*. 6. 2906-2923 s.
91. Kapłań M 2013. Możliwości uprawy winorośli w Polsce. *Nauki Przyrodnicze*. 2. 4-12 s.
92. Kapłań M., Najda A. 2014. Antioxidant activity of vine fruits depending on their colouring *Chemija*. 2014. vol. 25. No. 1. P. 51–55 s.

93. Kapłań M., Suszyna J. 2015. Uprawa winorośli w Polsce. *Technologia Produkcji*. Nr.1-2. 37-41 s.
94. Kara Z., Sabir A., Duman S. 2011. Effects of Mycorrhizal Applications on Vegetative Development of Grape Cuttings. *Bulletin UASVM Horticulture. Electronic*. ISSN 1843-5394. 68: 2. 269 s.
95. Karaczun Z.M., Kozyra J. 2020. Wpływ zmiany klimatu na bezpieczeństwo żywnościowe Polski. Warszawa. Wydawnictwo SGGW. 118 s.
96. Karoglan M., Radić T., Anić M., Andabaka Ž., Stupić D., Tomaz I., Osrečak M. 2021. Mycorrhizal fungi enhance yield and berry chemical composition of in field grown “Cabernet Sauvignon” grapevines (*V. vinifera* L.). *Agriculture*. 11: 7. 615 s.
97. Karolewski P., Werner A. 2000. Wpływ grzybów ekto- i ektendomikoryzowych na poziom fenoli w korzeniach siewek sosny zwyczajnej rosnących w glebie skażonej przez toksyczne metale. *Sylvan*. Tom 144 Nr 04. 69-75 s.
98. Karwowski P. 2014. Rok 1314. Winiarz Zielonogórski. *Pismo plantatorów i producentów wina*. Nr 52. IV 2012. 16 s.
99. Kaszuba M. 1974. Winorośl. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne. 222 s.
100. Kaszuba M. 1987. Winorośl. PWRiL. Warszawa. 239 s.
101. Kaya C., Higgs D., Kirnak H., Tas I. 2003. Mycorrhizal colonization improves fruit yield and water use efficiency in watermelon (*Citrullus lanatus* Thunb) grown under well-watered and water-stressed conditions. *Plant Soil* 253: 2. 287-292 s.
102. Keller M. 2020 *The science of grapevines: anatomy and physiology*. 3 edition. Elsevier Academic Press: Burlington. MA. USA. 521 s.
103. Khan N., Fahad S., Naushad M., Faisal S. 2020. Grape production critical review in the World. doi:10.2139/ssrn.3595842. Nr 05. 55 s.
104. Kieliszewska-Rokicka B. 2000. Żywotność ektomikoryzy – kryteria fizjologiczne. *Sylvan*. Tom 144 Nr 04. 41-52 s.
105. King R.E., Bomser J.A., Min D.B. 2006. Bioactivity of resveratrol. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 5: 65–70 s.
106. Korndörfer G. H., Lepsch I. 2001. Effect of silicon on plant growth and crop yield. *Studies in Plant Science* 8. 133-147 s.

107. Köse B., Uray Y., Bayram K., Türk, F. 2024. Seed and Germination Characteristics of Different Hybrids Belonging to Vitis Species. *Anadolu Journal of Agricultural Sciences*, 39: 2. Haziran. 419-439 s.
108. Kosicka D., Wolna-Maruwka A., Trzeciak M. 2015. Wpływ preparatów mikrobiologicznych na glebę, oraz wzrost i rozwój roślin. *Kosmos problemy nauk biologicznych. Polskie towarzystwo przyrodników im. Kopernika. Tom 64: 2.* 327-335 s.
109. Kosmaczewska J. 2008. Szlaki wina w Polsce: perspektywy i bariery rozwoju. *Studia Periegetica Nr. 2 Podróże. drogi i szlaki kulturowe. Wielkopolska Wyższa Szkoła Turystyki i Zarządzania w Poznaniu.* 153-160 s.
110. Kowalczyk B. A., Bieniasz M., Błaszczak J., Banach P. 2022b. The effect of rootstocks on the growth, yield and fruit quality of hybrid grape varieties in cold climate condition. *Hort. Sci. Prague.* 49: 2. 78-88 s.
111. Kowalczyk B. A., Bieniasz M., Kostecka-Gugała A. 2022a. Flowering Biology of Selected Hybrid Grape Cultivars under Temperate Climate Conditions. *Agriculture* <https://doi.org/10.3390/agriculture12050655>. 12: 5. 655. 1-18 s.
112. Krohn N. G., Ferree D. C. 2005. Effects of low-growing perennial ornamental ground covers on the growth and fruiting of 'Seyval Blanc' grapevines. *HortScience.* 40: 3. 561-568 s.
113. Krośniak M., Gąstoł M., Banach P., Pytel A. 2009. Wybrane parametry jakościowe winogron uprawianych w Polsce południowej. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.* 4: 65. 116 – 121 s.
114. Kruczek Z. 2018. Małopolski szlak winny - droga od pomysłu do produktu turystycznego. *Zeszyty naukowe Uczelni Vistula. Kraków. Nr. 60: 3.* 130-142 s.
115. Krupa A. 2010. Mikoryzy i ich wielofunkcyjna rola w środowisku. *Chemistry, Environment, Biotechnology. XIV.* 175–182 s.
116. Kubal M., Piziak B. 2010. Wine tourism on rural areas – Polish conditions after transformation. *Jurnal of Settlements and Spatial Planning.* 135-143 s.
117. Kubiak J. 2005. Mikoryzacja roślin i aplikacja szczepionek mikoryzowych. *Problemy Inżynierii Rolniczej. Raszyn.* 25-32 s.
118. Kubiak J. 2007. Wpływ różnych szczepionek mikoryzowych na wzrost sosny i liczbę pączków. *Inżynieria Rolnicza. Kraków. 3: 91.* 123-128 s.

119. Kuckenberga J., Tartachnyk I., Noga G. 2009. Temporal and spatial changes of chlorophyll fluorescence as a basis for early and precise detection of leaf rust and powdery mildew infections in wheat leaves. *Precis. Agric.* 10. 34 – 44 s.
120. Kumaran A., Karunakaran R.J. 2007. In vitro antioxidant activities of methanol extracts of five *Phyllanthus* species from India. *LWT* 40: 344-351 s.
121. Kunicka-Styczyńska A., Czyżowska A., Rajkowska K., Wilkowska A., Dziugan P. 2016. Trendy i perspektywy winiarstwa w Polsce. *Grape and Wine Biotechnology*. 401-413 s.
122. Lako J., Trenerry V., Wahlqvist M., Wattanapenpaiboon N., Sotheeswaran S., Premier R. 2007. Phytochemical flavonols, carotenoids and the antioxidant properties of a wide selection of Fijian fruit, vegetables and other readily available foods. *Food Chemistry*. 101:1727–1741 s.
123. Latocha P., Ciechocińska M., Pietkiewicz S., Hazem Kalaji M. 2009. Preliminary assessment of antitranspirant Vapor Gard® influence on *Actinidia arguta* growing under drought stress conditions. *Horticulture and Landscape Architecture* No 30. 149–159 s.
124. Lee S. K., Kader A. A. 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology*. 20: 3. 207-220 s.
125. Lichtenthaler H.K., Wellburn A.R. 1983. Determinations of total carotenoids and chlorophyll a and b of leaf extracts in different solvents. *Biochem. Soc. Trans.* 11. 591-592 s.
126. Likar M., Hančević K., Radić T., Regvar M. 2013. Distribution and diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in grapevines from production vineyards along the eastern Adriatic coast. *Mycorrhiza*. 23. 209–219 s.
127. Lisek J. 2007. Gromadzenie i ocena zasobów genowych winorośli. *Zeszyty problemowe postępów nauk rolniczych*. 1: 517. 83-89 s.
128. Lisek J. 2008. Czynniki klimatyczne wpływające na rozwój i plonowanie winorośli w centralnej Polsce. *Czasopismo Badawcze Roślin Owocowych i Ozdobnych*. 16: 1. 285-293 s.
129. Lisek J. 2008. Uprawa winorośli w Polsce-pomiędzy ekonomią a klimatem. *Sad Nowoczesny*. 36: 07. 149-161 s.
130. Lisek J. 2011. Winorośl w uprawie przydomowej i towarowej. Wydawnictwo Hortpress. Warszawa. 216 s.

131. Lisek J. 2018. Dawne odmiany do ogrodów przydomowych Rośliny sadownicze Winorośl do ogrodu i winnicy. In Hort Instytut Ogrodnictwa Skierniewice. ISBN 978-83-65903-15-0. 27s.
132. Lisek J. 2019. Deserowe odmiany winorośli. Ograniczenia i perspektywy cz. I. Sad Nowoczesny. 11. 48-50 s.
133. Lisek J. red. Doruchowski G., Filipczak J., Łabanowska B., Masny S., Michalecka M., Mikiciński A., Piotrowski W., Sekrecka M., Sobiczewski P., Treder W., Wójcik P. 2015, aktualizacja 2017. Metodyka integrowanej ochrony winorośli uprawie polowej. Instytut Ogrodnictwa Skierniewice. ISBN 978-83-65903-00-6. 54 s.
134. Losada M. M., Hernández-Apaolaza L., Morata A., Revilla E. 2022. Impact of the application of monosilicic acid to grapevine (*Vitis vinifera* L.) on the chemical composition of young red Mencia wines. Food Chemistry. 378. 132140.
135. Lutomski J., Mścisz A. 2003. Znaczenie prewencyjne związków polifenolowych zawartych w winogronach. Post. Fitoter. 1. 6-10 s.
136. Łagocka A., Kamiński M., Cholewiński M., Gaze B. 2017. Możliwość zagospodarowania produktów fermentacji metanowej pod uprawy winorośli. Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol. CXXII, 625: 41–50 s.
137. Ma T., Hui Y., Zhang L., Su B. Wang R. 2022. Foliar application of chelated sugar alcohol calcium fertilizer for regulating the growth and quality of wine grapes. International Journal of Agricultural and Biological Engineering. 15: 3. 153-158 s.
138. Maciejczak M. 2019a. The economic effects of applying beneficial microorganisms in viticultural production under climate change conditions. Annals of The Polish Association of Agricultural and Agribusiness Economists, 21: 4. 299-307 s.
139. Maciejczak M., Mikiciuk J. 2019b. Climate change impact on viticulture in Poland. International Journal of Climate Change Strategies and Management. 11: 2. 254-264 s.
140. Maciejewska D., Olewnicki D., Tymiński M., Krupa T. 2023. Rynek wina |w Polsce i główne determinanty jego rozwoju – wybrane aspekty. Zeszyty Naukowe. Organizacja i Zarządzanie Politechnika Śląska. Nr 168. 295-305 s.
141. Mackenzie D.E., Christy A.G. 2005. The role of soil chemistry in wine grape quality and sustainable soil management in vineyards. Water Sci. Technol. 51: 1. 27-37 s.

142. Madej S. 1957. Winorośl Trzecie wydanie. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne Warszawa. 226 s.
143. Maia M., Ferreira A.E.N., Cunha J., Eiras-Dias J., Cordeiro C., Figueiredo A., Sousa Silva M. 2021. Comparison of the chemical diversity of *Vitis rotundifolia* and *Bitis vinifera* cv. 'Cabernet Sauvignon'. *Ciência Téc. Vitiv.* 36: 1. 1-8 s.
144. Makowski J., Miętkiewska – Brynda J. 2015. Turystyka winiarska w Polsce. *Zeszyty naukowe. Turystyka i rekreacja.* 1: 15. 163-172 s.
145. Marschner H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Second Edition. Academic Press. London. 195-267 s.
146. Martyniuk S. 2010. Wytwarzanie preparatów mikrobiologicznych na przykładzie bakterii symbiotycznych roślin motylkowatych. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering.* Vol. 55: 4. 20–23 s.
147. Masoud A.A.B. 2012. Impact of some antitranspirants on yield and fruit quality of hamawy apricot trees grown in sandy soils. *Res. J. Agric. & Biol. Sci.* 8: 2. 78–82 s.
148. Mateus N. Silva A.M.S., Santos-Buelga C., Rivas-Gonzalo J.C., de Freitas V. 2002. Identification of anthocyanin-flavanol pigments in red wines by NMR and mass spectrometry. *J Agric Food Chem* 50: 2110–2116 s.
149. Mato I., Silvia S.L., Jose F.H. 2007. Simple determination of main organic acids in grape juice and wine by using capillary zone electrophoresis with direct UV detection. *Food Chemistry.* 102: 104-112 s.
150. Maya-Meraz I. O., Pérez-Leal R., Alonso-Villegas R., Salas-Salazar N. A. 2023. Effect of viticultural practices on yield and volatile composition of 'Cabernet Sauvignon' grapes. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca.* 51: 2. 13073-13073 s.
151. Mengel F. 2007. The evolution of function-valued traits for conditional cooperation. *Journal of Theoretical Biology.* 245: 3. 564-575 s.
152. Michalik M. B. 1996. *Kronika Krakowa.* Wydawnictwo Kronika. Warszawa. 527 s.
153. Mikiciuk G. 2012. Wpływ dolistnego dokarmiania nawozami zawierającymi potas, krzem i bor oraz superabsorbenta na wielkość i jakość plonu truskawki (*Fragaria x ananasa* Duch.). Wydawnictwo Uczelniane Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie. ISBN 978-83-7663-105-9. 138 s.

154. Mikiciuk G., Chełpiński P., Mikiciuk M., Możdżer E., Telesiński A. 2021. The effect of methyl anthranilate-based repellent on chemical composition and selected physiological parameters of sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Agronomy*. 11: 2. 256 s.
155. Mikiciuk G., Mikiciuk M. 2008. Reakcja fizjologiczna truskawki (*Fragaria ananassa* DUCH.) odmiany Senga Sengana na dolistne dokarmianie potasowo-krzemowe. *Annales UMCS, Agricultura* 63: 2. 81-85 s.
156. Mikiciuk G., Mikiciuk M. 2010. Physiological Response of Strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.) to Foliar Application of Potassium and Silicon Fertilizer. *Ecological Chemistry and Engineering*. A. 17: 10. 1283-1288 s.
157. Mikiciuk G., Mikiciuk M., Możdżer E., Statkiewicz M., Chylewska U. 2015a . Wpływ dokarmiania dolistnego nawozem InCa na skład chemiczny liści i owoców czereśni słodkiej. *Journal of Ecological Engineering*. 16: 2. 116-119.
158. Mikiciuk G., Mikiciuk M., Ptak P. 2015b. The effects of anitranspirant di-1-*p*-menthene on some physiological traits of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Jurnal of Ecological Engineering*. 16: 4. 161-167 s.
159. Mikiciuk G., Mikiciuk M., Telesinski A., Statkiewicz M., Chylewska U. 2018. The effects of InCa fertilizer used in foliar nutrition on yield quantity and quality and selected physiological parameters of sweet cherry cv. 'Burlat'. *Folia Pomeranae Universitatis Technologiae Stetinensis. Agricultura, Alimentaria, Piscaria et Zootechnica*, 48: 4. 91-104 s.
160. Mikiciuk G., Sas-Paszt L., Mikiciuk M., Derkowska E., Trzcinski P., Ptak P., Chylewska U., Statkiewicz M., Lisek A. 2019. Physiological response of three grapevine cultivars grown in north-western Poland to mycorrhizal fungi. *South African Journal of Enology and Viticulture*. 40: 1. 1-14 s.
161. Miransari M. 2017. Arbuscular mycorrhizal fungi and heavy metal tolerance in plants. In: *Arbuscular mycorrhizas and stress tolerance of plants*. (eds) Wu Q.S. Singapore: Springer Nature. 174-161 s.
162. Moftah A.E., Al-Humaid A.I. 2005a. Effects of kaolin and pinolene film-forming polymers on water relations and photosynthetic rate of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.). *J. King Saud Univ. Vol. 18. Agric. Sci.* 1. 35–49 s.
163. Moftah A.E., Al-Humaid A.I. 2005b. Effects of antitranspirants on water relations and photosynthetic rate of cultivated tropical plant (*Polianthes tuberosa* L.). *Pol. J. Ecol.* 53: 2. 165–175 s.
164. Moradtalab N., Hajiboland R., Aliasgharzag N., Hartmann T. E., Neumann G. 2019. Silicon and the association with an arbuscular-mycorrhizal fungus

(*Rhizophagus clarus*) mitigate the adverse effects of drought stress on strawberry. *Agronomy*, 9: 1. 41 s.

165. Mota R.V., Regina M.A., Amorim D.A., Fávero A. C. 2006. Fatores que afetam a maturação e a qualidade da uva para vinificação. *Inf. Agrop.* 27. 56-64 s.
166. Mpelasoka B. S., Schachman D. P., Treeby M. T., Thomas M. R. 2003. A review of potassium nutrition in grapevines with special emphasis on berry accumulation. *Aust. J. Grape Wine Res.* 9. 154-168 s.
167. Mullins M.G., Bouquet A., Williams L.E. 1992. *Biology of the Grapevine*. Cambridge University Press UK. 161 s.
168. Murkowski A., Mila A. 2010. Wpływ podwyższonego stężenia CO₂ na fluorescencję chlorofilu i fotosyntezę wybranych genotypów rzepaku. *Rośliny Oleiste*, 31. 283-292 s.
169. Myśliwiec R. 2013. *Uprawa winorośli*. Wydawnictwo Rolnicze i Leśne. Warszawa. 189 s.
170. Myśliwiec R., Mazurek J., Wawro E., Bosak W. 2018. *Winorośl i wino*. Fundacja Na Rzecz Rozwoju i Promocji Winiarstwa GALICJA VITIS. Jasło. 296 s.
171. Myśliwiec R. 2000. *Wino z własnej winnicy*. Państwowe Wydaw. Rolnicze i Leśne. 112 s.
172. Myśliwiec R. 2009. *Uprawa winorośli*. Wydawnictwo Plantpress. Kraków. 164 s.
173. Nascimento C. W. A. d., Silva F. B. V. d., Lima L. H. V., Silva J. R., Veloso V. d. L., Freitas S.T.d., Santos L.F.d., Santos M. A. d., Silva F. L. d. 2022. Silicon application to soil increases the yield and quality of table grapes (*Vitis vinifera* L.) grown in a semiarid climate of Brazil. *Springer Nature* 15. 1647 – 1658 s.
174. Nazareth T., Nieves Goicoechea M., Carmen A. 2015. Antioxidant properties of leaves from different accessions of grapevine (*Vitis vinifera* L.) cv. Tempranillo after applying biotic and/or environmental modulator factors. *Industrial Crops and Products*. 76. 77–85 s.
175. Nicolás E., Maestre-Valero J. F., Alarkon J.J., Pedrero F., Vicente-Sanchez J., Bernabe A., Gomez-Montiel J., Fernandez F. 2014. Effectiveness and persistence of arbuscular mycorrhizal fungi on the physiology, nutrient uptake and yield of Crimson seedless grapevine. *Journal of Agriculture Science*. DOI: 10.1017/S0021859611400080X. 13 s.

176. Nicolle P., Barthe C., Dorais M., Dubé G., Angers P., Pedneault K. 2023. Impact of cluster thinning and harvest date on berry volatile composition and sensory profile of *Vitis* sp. Seyval blanc and Vandal-Cliche. *OENO One*. 57: 4. 18 s.
177. Orlikowski L. B. 2004. Mikoryzowanie roślin a rozwój fytoftorazy (*Phytophthora* spp.). Seminarium nt.: Dlaczego Mikoryza jest szansą sukcesu dla roślin ogrodniczych i leśnych. 21. 85-87 s.
178. Ouerghi F., Ben-Hammouda M., Teixeira Da Silva J.A., Albouchi A., Bouzaien G., Aloui S., CheikhM'Hamed H., Nasraoui B. 2014. The effects of Vapor Gard on some physiological traits of durum wheat and barley leaves under water stress. *Agric. Conspec. Sci.* 79. 4. 261–267 s.
179. Pacheco C., Jordao P.V., Vieira S., Santos F., Comenda J., Santos M.C., Roque Vale C., Prates M.A. 2010. Preliminary reference values for leaf-analyses of *Vitis vinifera* Trincadeira 99R in the Portuguese region of Borba/Alentejo. *Acta Hort.* 868: 225-230 s.
180. Palliotti A., Silvestroni O., Petoumenou D. 2010. Seasonal patterns of growth rate and morphophysiological features in green organs of Cabernet Sauvignon grapevines. *American journal of enology and viticulture*, 61: 1. 74-82 s.
181. Pantelidis G.E., Vasilakakis M., Manganaris G.A., Diamantidis Gr. 2007. Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, gooseberries and Cornelian cherries. *Food Chemistry*. 102. 777–783 s.
182. Paprocka M., Dancewicz K., Kordan B., Damszel M., Sergiel I., Biesaga P., Mroczek J. 2023. Badanie zachowania *Aphis fabae* i *Myzus persicae* na trzech gatunkach winorośli z analizą anatomii liści winorośli i allelozwiązków. *The European Zoological Journal*. <https://doi.org/10.1080/24750263.2022.2162615>. 90: 1. 83-100 s.
183. Pater A., Zdaniewicz M., Pelczar U., Piechowicz W. 2019. Charakterystyka fizykochemiczna win gronowych pozyskanych z czerwonych odmian winorośli®. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego* 2. 80-84 s.
184. Pereira J.A.P., Vieira I.J.C., Freitas M.S.M., Prins C.L., Martins M.A., Rodrigues R. 2016. Crops and soils review. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on *Capsicum* spp. *J. Agric. Sci.* 154: 5. DOI:10.1017/S0021859615000714. 828–849 s.
185. Picchi V., Migliori C., Lo Scalzo R., Campanelli G., Ferrari V., Di Cesare L.F. 2012. Phytochemical content in organic and conventionally grown Italian cauliflower. *Food Chemistry*. 130: 501–509 s.

186. Pink M. 2015. Polska jako kraj winiarski? Od tradycji do rodzących się możliwości.
187. Pinochet J., Calvet C., Camprubi A., Fernandez C. 1996. Interactions between migratory endoparasitic nematodes and arbuscular mycorrhizal fungi in perennial crops: a review. *Plant and soil*. 185. 183-190 s.
188. Pipiak P., Skwarek M. 2020. Zastosowanie nawozów aminokwasowych w rolnictwie. *Technologia i Jakość Wyrobów*. 65. 144-157 s.
189. Poposka H., Mukaetov D., Nedelkovski D., Gjorgijevski M. T. 2023. Effect of foliar calcium and nitrogen treatments on yield and fruit quality of table grapes cv. 'Cardinal'. *AGRO-KNOWLEDGE JOURNAL*. 24: 3. 91-104 s.
190. Pudelska K., Dudkiewicz M., Krawiec P. 2014. Cultivation of *Vitis vinifera* L. in the light of former publications and today in Poland. *Acta Agrobotanica* 3: 67. 3–12 s.
191. Quiroga G., Erice G., Aroca R., Chaumont F., Ruiz-Lozano J. M. 2019. Contribution of the arbuscular mycorrhizal symbiosis to the regulation of radial root water transport in maize plants under water deficit. *Environmental and Experimental Botany*. 167. 103821 s.
192. Rahimi O., Berger J. Z., Shtein I., Kher M. M., Frumin S., Hübner S., Drori E. 2023. Wild Grapevine (*Vitis vinifera* L. subsp. *sylvestris* (CC Gmelin Hegi) — Novel Species to the Israeli Flora. *Horticulturae*. 9: 998. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9090998>. 1-12 s.
193. Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans C. 1999. Antioxidant capacity applying and improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Rad. Biol. Med.* 26: 1231-1237 s.
194. Redlak K., Dahm H. 2001. Wpływ grzybów ektendomikoryzowych i bakterii dwuazotoficznych na siewki sosny *Pinus sylvestris* L. - in vitro. *Sylwan*. Tom 145 Nr 03. 81-91 s.
195. Reynolds A. G. 2015. Grape breeding in France—a historical perspective. 65-76 s.
196. Robinson J. 2006. *The Oxford companion to wine*. Oxford: Oxford University Press. ISBN 0198705387, 9780198705383. 859 s.
197. Robinson J., Harding J., Vouillamoza J. 2012. *Wine Grapes A complete guide to 1,368 vine varieties, including their origins and flavours*. Innbundet ISBN 9781846144462. 1230 s.

198. Ruiz-Lozano J. M., Aroca R., Zamarreño Á. M., Molina S., Andreo-Jiménez B., Porcel R., López-Ráez J. A. 2016. Arbuscular mycorrhizal symbiosis induces strigolactone biosynthesis under drought and improves drought tolerance in lettuce and tomato. *Plant, cell & environment*. 39: 2. 441-452 s.
199. Rusnak J. 2016. Zakładanie i prowadzenie winnicy. Małopolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Karniowicach. ISBN 9788364594495. 70 s.
200. Rzeszotarska-Pałka M. 2012. Tradycja winnych sadów na terenie Pomorza Zachodniego. *Architektura. Czasopismo Techniczne*. 8A 2012. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej. Zeszyt 30. 2-8 s.
201. Rzeszotarska-Pałka M. 2013. Możliwości rewitalizacji zdegradowanych terenów rekreacyjnych na przykładzie wzgórza Elizy w Szczecinie. *Teka Kom. Arch. Urb. Stud. Krajobr. – OL PAN 2013 IX/3*. 64-73 s.
202. Sacala E. 2009. Role of silicon in plant resistance to water stress. *J. Elementol*. 14: 3. 619-630 s.
203. Samoticha J., Jara-Palacios M. J., Hernández-Hierro J. M., Heredia F. J., Wojdyło A. 2018. Phenolic compounds and antioxidant activity of twelve grape cultivars measured by chemical and electrochemical methods. *European Food Research and Technology*. 244. 1933-1943 s.
204. Sas Paszt L., Żurawicz E., Gluszek S. 2010. Przydatność istniejących odmian truskawki do upraw ekologicznych. *Postępy Nauk Rolniczych*, 62: 3. 69-76 s.
205. Schabl P., Gabler C., Kühner E., Wenzel, W. 2020. Effects of silicon amendments on grapevine, soil and wine. *Plant. Soil Environment*. 66: 8.403-414 s.
206. Schmitzer V., Stampar F., Turk A., Jakopic J., Hudina M., Veberic R., Smrke T. 2023. Before or after Planting? Mycorrhizal and Bacterial Biostimulants and Extracts in Intense Strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) Production. *Horticulturae*. 9: 7. 769 s.
207. Schreiner R. P. 2003. Mycorrhizal Colonization of Grapevine Rootstocks under Field Conditions. *American Journal of Enology and Viticulture*. 54: 3. 143-149 s.
208. Sękowski O. 2019. Możliwości oceny warunków mezoklimatycznych winnic w Polsce na podstawie sieci stacji IMGW-PIB. *Prace Geograficzne*. 157. 109-120 s.

209. Sierota Z., Hilszczańska D. 2009. Struktura ektomikoryz i parametry biometryczne sosny po wysadzeniu na gruncie porolnym. *Sylwan*. 153: 02. 108-116 s.
210. Slegers A., Angers P., Pedneault K. 2017. Volatile compounds from must and wines from five white grape varieties. *J. Food Chem. Nanotechnol.* 3: 1. 8-17 s.
211. Snyder G. H., Matichenkov V. V., Datnoff L. E. 2007. W *Handbook of Plant Nutrition* pod red. Barker A. V. I Pilbeam D. J. CRC Press, Taylor and Francis Group, Boca Raton, Florida. USA. 551-568 s.
212. Sumorok B., Michalska-Hejduk D., Zdanowicz A., Drobniewska A., Sas Paszt L. 2009. Występowanie grzybów mikoryzowych u wybranych roślin zbiorowisk doliny rzeki Kurówka. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*. T. 9. z. 3. 195-204 s.
213. Sut S., Malagoli M., Dall'Acqua S. 2022. Foliar application of silicon in *Vitis vinifera*: Targeted metabolomics analysis as a tool to investigate the chemical variations in berries of four grapevine cultivars. *Plants*. 11: 21. 2998 s.
214. Suter B., Triolo R., Pernet D., Dai Z. Van Leeuwen C. 2019. Modeling stem water potential by separating the effects of soil water availability and climatic conditions on water status in grapevine (*Vitis vinifera* L.). *Frontiers in Plant Science* 10: 1485. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01485>. 1-11 s.
215. Swathi A. S., Jegadeeswari D., Chitdeshwari T., Kavitha C. 2019. Effect of foliar nutrition of calcium and boron on the yield and quality attributes of grape. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 8: 3. 3625-3629 s.
216. Tejada M., Gonzalez J.L. 2004. Effects off foliar application of a byproduct of the two-step olive oil mill process on rice yield. *Europ. J. Agronomy*. 21. 31-40 s.
217. Telesinski A., Mikiciuk G., Mikiciuk M., Strek M., Platkowski M., Statkiewicz M. 2016. Effect of preharvest use of anti-cracking preparations on changes in selected parameters of sweet cherry fruits during frozen storage. *Folia Pomeranae Universitatis Technologiae Stetinensis. Agricultura. Alimentaria. Piscaria et Zootechnica*. 300. 40: 4. 179 -186 s.
218. Teow C.C., Truong V., McFeeters R.F., Thompson R. P., Yencho G. 2007. Antioxidant activities, phenolic and β -carotene contents of sweet potato genotypes with varying flesh colours. *Food Chemistry*. 103: 3. 829–838 s.
219. Terral J. F., Tabard E., Bouby L., Ivorra S., Pastor T., Figueiral I., Picq S., Chevance J. B., Jung C., Fabre L., Tardy Ch., Compan M., Bacilieri R., Lacombe

- T., This P. 2010. Evolution and history of grapevine (*Vitis vinifera*) under domestication: new morphometric perspectives to understand seed domestication syndrome and reveal origins of ancient European cultivars. *Annals of Botany*. 105. 443–455 s.
220. Thor K. 2019. Calcium—nutrient and messenger. *Frontiers in plant science*. 10. doi: 10.3389/fpls.2019.00440. 440 s.
221. Toczewski A. 2005. Zielonogórskie Winobrania. IMAR Druk. Zielona Góra. 42 s.
222. Topalovic A., Mikulic-Petkovsek M. 2010. Changes in sugars, organic acids and phenolics of grape berries of cultivar Cardinal during ripening. *Jurnal of Food Agriculture and Environemntal*. 8: 223-227 s.
223. Trouvelot S., Bonneau L., Redecker D., Diederik van Tuinen., Adrian M., Wipf D. 2015. Arbuscular mycorrhiza symbiosis in viticulture: a review. *Agron Sustain Dev* 35. doi:10.1007/s13593-015-0329-7. 1449–1467 s.
224. Vágó I., Kátai J., Sipos M., Kovács A., B., Kincses I. 2008. Changes of yield amount and some content parameters of strawberry (*Fragaria Ananassa*) as affected by potassium and magnesium fertilization. *Analele Universității din Oradea, Fascicula: Protecția Mediului*. 13: 223-228 s.
225. Van Leeuwena C., Seguin G. 2006. The concept of terroir in viticulture. *J. Wine Res*. 17: 1. 1-10 s.
226. Voogt W., C. Blok B. Eveleens L. Marcelis and P. S. Bindraban. 2013. Foliar fertilizer application. VFRC Report 2013/2. Virtual Fertilizer Research Center, Washington, D.C. 43 s.
227. Wang B., Qiu Y- L. 2006. Phylogenetic distribution and evolution of mycorrhizas in land plants. *Mycorrhiza* 16. 299–363 s.
228. Wawro E. 2015. Winnice w Polsce. Multico Oficyna Wydawnicza. Warszawa. 136 s.
229. White PJ., Broadley MR. 2003. Calcium in plants. *Ann Bot*. doi: 10.1093/aob/mcg164. 92: 4. 487-511 s.
230. Włodarczyk W. 2008. Janowiec i winnice Środkowej Wisły. *Notatnik Janowiecki*. 15/2008.
231. Wojciechowska E., Sitarek M., Stań A. 2023. Ocena agronomiczna wybranych odmian winorośli deserowej w warunkach glebowo-klimatycznych Polski centralnej. *Zagadnienia doradztwa rolniczego* 3: 113. 68-87 s.

232. Wojciechowska E., Stań, A. 2021. Deserowe odmiany winorośli. Jak odnieść sukces w uprawie. *Sad Nowoczesny*. 9. 68-72 s.
233. Woźniczko M., Orłowski D. 2015. Winiarstwo szansą rozwoju gospodarstw agroturystycznych na Podkarpaciu. *Turystyka wiejska bez granic*. 87 – 99 s.
234. Wójcik A. 2022. Przemiany na rynku wina w Polsce. *Krakowskie Studia Małopolskie*. 3: 35. 149-174 s.
235. Wójcik A. R., Laudański Z. 1989. *Planning and statistical inference in experimentation*. PWN, Warsaw, 130 s.
236. Ye Q., Wang H., Li H. 2022. Arbuscular mycorrhizal fungi improve growth, photosynthetic activity, and chlorophyll fluorescence of *vitis vinifera* l. cv. ecolly under drought stress. *Agronomy*. 12: 7. 1563 s.
237. Yildirim E., Karlidag H., Turan M. 2009. Mitigation of salt stress in strawberry by foliar K, Ca and Mg nutrient supply. *Plant Soil Environ*. 55: 5. 213–221.
238. Yu L., Haley S., Perret J., Harris M., Wilson J., Qian M. 2002. Free radical scavenging properties of wheat extracts. *J. Agric. Food Chem*. 50: 1619-1624 s.
239. Yu T. E., Egger, K. N., Peterson L. R. 2001. Ectendomycorrhizal associations—characteristics and functions. *Mycorrhiza* 11. <https://doi.org/10.1007/s005720100110>. 167–177 s.

WYKAZ STRON INTERNETOWYCH:

Internet 1

http://www.inhort.pl/files/program_wieloletni/PW_2015_2020_IO/spr_2017/1.4_2017_artykul_Golis_Winorosl.pdf - data dostępu - 7.03.2019 r.

Internet 2

<https://www.vinisfera.pl/vinisfera,1588,240,0,0,F,news.html> – data dostępu – 16.12.2018 r.

Internet 3

<http://www.kowr.gov.pl/interwencja/wino> - data dostępu - 11.06.2019 r.

Internet 4

<http://www.naszewinnice.pl/polskie-winnice/uprawa-winorosli/item/1140-naczele-wciaż-podkarpacie-i-malopolska#.XRCIPSU9eEc> – data dostępu - 15.03.2019 r.

Internet 5

https://dlaoslin.pl/stymulatoryaktywatory/10930Vapor_Gard_1L.html?gclid=Cj0KCQjw-b7qBRDPAIsADVbUbVyPEwGvuYvlo05gVgEv6rj0x-

StED0CPfBfhnSwGILL-7MYj9j8ikaAoEkEALw_wcB – data dostępu –
15.03.2019 r.

Internet 6

<https://www.gov.pl/web/rolnictwo/integrowana-ochrona-roslin> - data dostępu -
2.04.2020 r.

Internet 7

<https://www.google.pl/maps/place/Winnica+Turnau/@52.0289821,15.1850479,6z/data=!4m6!3m5!1s0x4707514cb08ccb09:0xb50de1f23a12de06!8m2!3d53.0776678!4d14.6027774!16s%2Fg%2F1q62c4wlv!5m1!1e4?entry=tту> – data dostępu
30.07.2024 r.

Internet 8

https://pl.wikipedia.org/wiki/Winoro%C5%9Bl#/media/Plik:Vitis_vinifera_-_K%C3%B6hler%E2%80%93Medizinal-Pflanzen-145.jpg – data dostępu
30.07.2024 r.

Internet 9

http://www.kowr.gov.pl/uploads/pliki/wino/Wino02.01.2023/RYNEK_WINA_W_LICZBACH-1.pdf – data dostępu 02.08.2024 r.

Internet 10

<https://winogrodnicy.pl/> - data dostępu 02.08.2024 r.

Internet 11

https://www.winologia.pl/poradnik_klimat.htm. Bosak W. 2013. Klimat i rejonizacja upraw winorośli – data dostępu 02.08.2024 r.

Internet 12

http://www.naszewinnice.pl/polskie-winnice/uprawa-winorosli/item/839-pochodzenie-i-systematyka-winorosli#.XfaY66_diZN – data dostępu
23.11.2018 r.

Internet 13

http://www.winologia.pl/teksty_Vvinifera.htm - 11.12.2018 r.

Internet 14

http://www.winologia.pl/teksty_Vvinifera.htm - 11.12.2019 r.

Internet 15

<https://www.vivc.de/index.php?r=passport%2Fviewtree&gen=5&id=11558&ausrichtung=2&pagefitmode=1&ausrichtung=2&pagefitmode=0> – data dostępu
30.07.2024 r.

8. 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 CO₂ 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 CO₂ 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

9. 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 CO_2 assimilation₂ 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 CO_2 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