

Česká zemědělská univerzita v Praze

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních
zdrojů**

Katedra botaniky a fyziologie rostlin



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Vliv závlahy na fyziologické parametry révy vinné
Diplomová práce**

Mgr. Eliška Kapustová

Zahradnictví

doc. Ing. František Hnilička, Ph.D.

© 2024 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vliv závlahy na fyziologické parametry révy vinné" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 22. 4. 2024

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala doc. Ing. Františku Hniličkovi, Ph.D. za vedení diplomové práce, věcné připomínky a rady. Dále bych ráda poděkovala své rodině, která mě po celou dobu podporovala. Děkuji také svým spolužákům z oboru, se kterými jsme se při psaní diplomových prací vzájemně podporovali.

Dedikace: Tato diplomová práce vznikla za finanční podpory grantu QK21010189 (Implementace ekosystémových služeb se zaměřením na vodní bilanci ve vinohradnické praxi).

Vliv závlahy na fyziologické parametry révy vinné

Souhrn

Réva vinná (*Vitis vinifera* L.) je jedna z nejstarších kulturních plodin. Réva vinná se díky svému využití stala jednou z nejpěstovanějších ekonomických rostlin. Problémem jejího pěstování je vodní deficit. Proto je cílem práce monitorovat vliv závlahy a vodního deficitu na fyziologické reakce genotypů včetně podnoží. Byly formulovány 4 hypotézy, které budou v průběhu výzkumu potvrzeny či vyvráceny. Znění hypotéz: existují genotypové rozdíly v reakci rostlin na závlahu (vodní deficit); rostliny ovlivněné vodním deficitem budou vykazovat nižší fyziologickou aktivitu v porovnání s rostlinami kontrolními; existuje vliv podnože na odolnost/citlivost vůči vodnímu deficitu; existují genotypové rozdíly rostlin ve sledovaných fyziologických parametrech.

Pokusy se uskutečnily v PE pytlích pod foliovým krytem v Demonstrační a výzkumné stanici katedry zahradnictví v Praze-Troji. Celkem byly zkoumány 4 odrůdy. Pokus zahrnoval kontrolní skupinu a 2 varianty s vodním stresem. Byla provedena 4 měření fyziologických charakteristik. Sledoval se osmotický potenciál a rychlost výměny plynů. Bylo také stanoveno množství pigmentů a fluorescence.

Z výsledků vyplývá, že existují genotypové rozdíly v reakci rostlin na vodní deficit. Jako tolerantní na vodní deficit se jeví odrůda Chardonnay. Naopak jako citlivá odrůda na vodní deficit se jeví odrůda Rulandské modré. Na vodní deficit reagovala nejcitlivěji podnož Kober125 AA, naopak jako rezistentní se jeví podnož SO4. Existují genotypové rozdíly rostlin ve sledovaných fyziologických parametrech. Chlorofyl: Nejvyšší množství celkového chlorofylu měla odrůda Sauvignon a nejnižší odrůda Rulandské modré. Nejvyšší obsah karotenoidů měla odrůda Chardonnay a nejnižší obsah karotenoidů měla odrůda Rulandské modré. Průkazně nejvyšší rychlost fotosyntézy byla naměřena u odrůdy Chardonnay a nejnižší u odrůdy Sauvignon. Nejvyšší rychlost transpirace měla odrůda Ryzlink rýnský, naopak nejnižší odrůda Rulandské modré. Nejvyšší fluorescenci měla odrůda Sauvignon a na straně druhé nejnižší Ryzlink rýnský. Vodní potenciál: Nejvyšší průměrné hodnoty vodního potenciálu měla odrůda Ryzlink rýnský. Nejcitlivěji reagovala odrůda Sauvignon. Následující hypotézu nebylo možné potvrdit: Rostliny ovlivněné vodním deficitem budou vykazovat nižší fyziologickou aktivitu v porovnání s rostlinami kontrolními. Hodnoty fluorescence byly u stresovaných rostlin nižší u odrůd Chardonnay, Ryzlink rýnský a Sauvignon. Stresované rostliny odrůdy Rulandské modré měly průměrné hodnoty fluorescence v porovnání

s kontrolními vyšší. V porovnání s rostlinami kontrolními vykazovaly odrůdy Chardonnay a Ryzlink rýnský nižší rychlost fotosyntézy a obsahu pigmentů. Stresované rostliny odrůd Rulandské modré a Sauvignon vykazovaly v průměru vyšší fotosyntézu a obsah pigmentů. U transpirace a vodního deficitu vykazovaly rostliny zatížené vodním deficitem nižší hodnoty oproti kontrolním.

Klíčová slova: réva vinná, výměna plynů, závlaha, vodní režim, fluorescence

The effect of irrigation on the physiological parameters of grapevines

Summary

The grapevine (*Vitis vinifera* L.) is one of the oldest cultivated crops. Thanks to its use, the vine has become one of the most cultivated economic crops. Water scarcity is a problem in its cultivation. Therefore, the aim of this work is to monitor the effect of irrigation and water deficit on the physiological responses of genotypes including rootstocks. Four hypotheses have been formulated and will be confirmed or refuted during the course of the research. The hypotheses are as follows: there are genotypic differences in the response of plants to irrigation (water deficit); plants affected by water deficit will show lower physiological activity compared to control plants; there is an effect of rootstock on resistance/sensitivity to water deficit; there are genotypic differences in the physiological parameters monitored.

The experiments were conducted in PE bags under foil cover in the Demonstration and Research Station of the Department of Horticulture in Prague-Troja. A total of 4 varieties were investigated. The experiment included a control group and 2 varieties with water stress. Four measurements of physiological characteristics were made. Osmotic potential and gas exchange rate were monitored. The amount of pigments and fluorescence were also determined.

The results show that there are genotypic differences in plant response to water deficit. Chardonnay appears to be tolerant to water deficit. On the other hand, Pinot Noir appears to be sensitive to water deficit. The most sensitive to water deficit was the Kober 125 AA rootstock, whereas the SO4 rootstock appears to be resistant. There are genotypic differences in the physiological parameters observed. Chlorophyll: Sauvignon had the highest amount of total chlorophyll and Pinot Noir the lowest. Chardonnay had the highest carotenoid content and Pinot Noir had the lowest carotenoid content. The highest photosynthetic rate was measured for Chardonnay and the lowest for Sauvignon. The highest transpiration rate was observed for Riesling and the lowest for Pinot Noir. Sauvignon had the highest fluorescence and Riesling the lowest. Water potential: The highest average values of water potential were for the variety Riesling. Sauvignon was the most sensitive variety. The following hypothesis could not be confirmed: Plants affected by water deficit will show lower physiological activity compared to control plants. Fluorescence values were lower in stressed plants for Chardonnay, Riesling and Sauvignon varieties. Stressed Pinot Noir plants had higher average fluorescence values compared to the control. Compared to control plants, Chardonnay and Riesling varieties

showed lower photosynthetic rate and pigment content. Stressed plants of Pinot Noir and Sauvignon showed on average higher photosynthesis and pigment content. For transpiration and water deficit, plants stressed with water deficit showed lower values compared to controls.

Keywords: grapevine, gas exchange, irrigation, water regime, fluorescence

Obsah

1	Úvod	10
2	Vědecké hypotézy a cíle práce	11
3	Literární rešerše.....	12
3.1	Botanická charakteristika révy vinné	12
3.1.1	Fenologické fáze révy vinné.....	16
3.2	Historie pěstování révy vinné.....	16
3.2.1	Mínulost a současnost vinohradnictví v České republice.....	19
3.3	Stres rostlin.....	20
3.3.1	Biotický stres	22
3.3.2	Abiotický stres	23
	Vodní deficit	24
3.4	Biotické a abiotické stresory révy vinné	24
3.4.1	Biotické faktory	24
	Houbové choroby.....	24
	Bakteriální a virové choroby.....	26
	Škůdci révy vinné	28
3.4.2	Abiotické faktory.....	29
3.5	Vodní deficit a jeho vliv na révu vinnou	30
3.6	Omezení dopadu deficitu vody na révu vinnou.....	32
4	Metodika.....	37
4.1	Založení pokusu.....	37
4.2	Rostlinný materiál.....	38
4.2.1	Odrůdy	38
4.2.2	Podnože	40
4.3	Měření fyziologických charakteristik.....	42
4.3.1	Osmotický potenciál	42
4.3.2	Fluorescence	42
4.3.3	Rychlost výměny plynů	43
4.3.4	Fotosyntetické pigmenty	43
4.4	Vyhodnocení výsledků	44
5	Výsledky	45
5.1	Pigmenty	45
5.1.1	Chlorofyl.....	45
5.1.2	Karotenoidy	50
5.2	Fotosyntéza	54
5.3	Transpirace.....	58

5.4	Fluorescence.....	62
5.5	Vodní potenciál.....	66
6	Diskuze	70
6.1	Celkový chlorofyl	70
6.2	Karotenoidy	71
6.3	Fotosyntéza	71
6.4	Transpirace.....	72
6.5	Fluorescence.....	73
6.6	Vodní potenciál.....	73
7	Závěr	75
8	Literatura.....	77
9	Seznam obrázků	91
10	Seznam grafů	92
11	Seznam tabulek.....	93

1 Úvod

Vitis vinifera L. je vytrvalá kulturní plodina, řadící se k nejdéle pěstovaným. Počátky pěstování sahají hluboko do historie a výroba vína je spojována s mnoha významnými historickými událostmi. Za dobu existence révy vinné jako ekonomické plodiny bylo vypěstováno a vyšlechtěno několik tisíc odrůd.

Průměrná poptávka i spotřeba vína za poslední roky roste. Stejně jako na jiné rostliny, i na révu vinnou působí mnoho biotických a abiotických stresorů. Jeden z nejvýznamnějších je zejména sezónní sucho, které zažívá většina světových vinařských oblastí.

Globální oteplování ovlivňuje vývoj révy vinné a celý vinařský sektor. Se změnami klimatu se může nedostatek vody stát limitujícím faktorem ve výrobě a kvalitě vína. Stejně jako u jakékoli zemědělské plodiny bude zvýšený nedostatek vody pravděpodobně ovlivňovat výnos a ekonomickou udržitelnost vinařů. Zejména Středomořské státy se přibližují k hraničním hodnotám teplot a srážek pro optimální růst révy vinné. V posledních letech se však setkáváme s počínajícím nedostatkem vody i ve vinařských oblastech s chladným klimatem. Předpoklady zvyšované frekvence extrémních vlivů, jako jsou vlny veder, vyžadují pozornost v péči o révu vinnou.

K překonání negativních účinků vodního stresu se využívá zavlažování. Doplnující zavlažování se ukazuje jako potenciálně vhodná strategie umožňující plodinám odolat mírnému vodnímu stresu s nízkým nebo žádným poklesem výnosu a potenciálně s pozitivním dopadem na kvalitu plodů. Pochopení fyziologických a molekulárních základů reakcí révy vinné na mírný a ž střední nedostatek vody je zásadní pro optimalizaci řízení deficitního zavlažování. Dále pak k identifikaci nejvhodnějších odrůd pro tyto podmínky. Znalost odrůdových znaků a fyziologických reakcí na stres je u *Vitis vinifera* L. stále nízká. To omezuje optimalizaci zavlažování a rozvoj šlechtění pro zvýšení efektivity využití vody.

Velká genetická heterogenita druhů má za následek rozdíly v reakcích odrůd na sucho. Heterogenita představuje také příležitost pro efektivnější šlechtění révy z hlediska využívání vody. Význam šlechtění je důležitý v souvislosti s nedostatečnými vodními zdroji, kde je vyžadováno použití strategií pro úsporu vody.

Diplomová práce by mohla svým výzkumem přispět k upřesnění fyziologických reakcí jednotlivých odrůd v reakci na vodní deficit. Dále také pomoci při vyhledávání vhodných odrůd a zdrojů při šlechtění nových odolnějších rostlin.

2 Vědecké hypotézy a cíle práce

Produkcí rostlin a její kvalitu mohou ovlivnit zejména změny srážkových poměrů, extrémní klimatické jevy. Právě vodní deficit (sucho) je jedním z nejvýznamnějších problémů zemědělství i zahradnické produkce.

Na základě výše uvedeného jsou navrženy vědecké hypotézy práce:

1. Existují genotypové rozdíly v reakci rostlin na závlahu (vodní deficit).
2. Rostliny ovlivněné vodním deficitem budou vykazovat nižší fyziologickou aktivitu v porovnání s rostlinami kontrolními.
3. Existuje vliv podnože na odolnost/citlivost vůči vodnímu deficitu.
4. Existují genotypové rozdíly rostlin ve sledovaných fyziologických parametrech.

Cíle práce jsou následující:

1. Monitorovat vliv závlahy a vodního deficitu na rychlost výměny plynů sledovaných odrůd révy vinné.
2. Vyhodnotit reakci genotypu (včetně podnože) na vodní deficit.
3. Sledovat vliv vodního deficitu na obsah fotosynteticky aktivních pigmentů, fluorescence a vodního režimu u vybraných odrůd révy vinné.

Sucho působí nejvíce škod u mladých rostlin révy vinné po výsadbě. Nedostatek vody vede ke snižování intenzity růstu, k usychání a urychlenému stárnutí rostliny. Réva vinná je významnou plodinou s velkým ekonomickým a kulturním významem. Změna klimatu a prohlubující se vodní deficit představují vážnou hrozbu pro její pěstování. Zkoumání reakcí révy vinné na abiotické faktory, jako je vodní deficit, je nezbytné pro zajištění jejího dalšího pěstování. Dále pak pro vývoj strategií ke zmírnění negativních dopadů sucha.

3 Literární rešerše

3.1 Botanická charakteristika révy vinné

Réva vinná (*Vitis vinifera* L.) náleží do rodu réva (*Vitis*), čeledi révovitých (*Vitaceae*) a třídy vyšší dvouděložné (*Rosopsida*). Do stejného rodu se zařazují i další druhy vyskytující se v Asii, Severní a Střední Americe. Rod réva má dva podrody, a to *Muscadinia* a *Euvtis*. Rozlišení zajišťují morfologické znaky, zásadní odlišení je v počtu chromozomů, které je důležité zejména z pohledu šlechtění (Alleweldt et al. 1991, Pavloušek 2011).

K reprodukčním orgánům révy vinné patří trsy s květy nebo bobulemi. Nadzemní část spolu s generativními orgány se nazývá koruna révy. Kořeny, kmen a kordon tvoří společně strukturu révy, která tvoří 50-75 % biomasy (sušiny) pěstované révy vinné. Tento procentuální podíl je mnohem nižší u mladých rostlin a zvyšuje se s věkem a velikostí. Celé tělo rostliny je tuhé a pevné, ale zároveň dostatečně flexibilní a přizpůsobivé, aby dobře získávalo zdroje z půdy, zachytilo sluneční světlo a vyvinulo semena pro rozmnožování. Základní stavební jednotky révy, buňky, mají schopnost se dělit a expandovat. Jsou spojeny adhezivní maticí - buněčnými stěnami (Keller 2015).

Réva vinná je z pohledu morfologie dělena na podzemní (kořenový systém) a nadzemní část. Nadzemní oblast má dřevnaté i zelené části. Do dřevnaté se řadí kmen, ramena, jednoleté a dvouleté dřevo (Marková et al. 2019).

Kořeny révy vinné poskytují fyzickou podporu a ukotvení rostliny do půdy. Jejich prostřednictvím získává rostlina vodu a živiny. Slouží také jako zásobní orgány pro vodu, sacharidy a další živiny. Kromě toho jsou zdrojem rostlinných hormonů (cytokininů a ABA).

Podle Pavlouška (2011); Retallacka (2012); Kellera (2015) patří mezi základní funkce kořene:

- 1) Ukotvení révy vinné: každý rok vyroste mnoho nových kořenů, z nichž některé se vyvinou v hlavní strukturální kořeny, které podpírají nebo ukotvují révu. Většina ročního kořenového růstu odumírá ve stejné sezóně.
- 2) Absorpce vody a živin: rozpuštěné živiny v půdním roztoku jsou absorbovány živnými kořeny a difundují do cévních svazků.
- 3) Skladování zásob: v pozdním létě a na podzim jsou některé produkty fotosyntézy listů (cukry) přenášeny přes pletivo floém zpět do kořenového systému a dalších dřevitých částí révy, které poskytují zásoby sacharidů pro růst v následující sezóně.

- 4) Tvorba hormonů: produkce hormonů (giberelin, cytokinin) ovlivňuje růst a vývoj výhonů a hroznů révy vinné.

Kořenový systém vzrostlé révy vinné tvoří dřevitá kostra starších kořenů, z nichž vycházejí kořeny trvalé a vyrůstají buď horizontálně nebo vertikálně. Tyto kořeny jsou typicky více větvené a utvářejí postranní kořeny. Boční kořeny produkují mnoho krátkých, jemných kořenů, což má vliv na zvětšení plochy obhospodařované půdy. Některé půdní houby, mykorhizy, žijí v přirozeném, vzájemně prospěšném spojení s kořeny hroznů. Mykorhiza ovlivňuje výživu a růst révy vinné a bylo prokázáno, že zvyšuje příjem fosforu (Hellman 2003, Keller 2015).

Pravé kořeny se vyvíjejí z hypokotylu embrya. U révy pěstované ze semen začíná klíčení semen absorpcí vody, která umožňuje embryonálnímu kořenu nebo kořínku vyrůst a protrhnout obal semene. Vytváří se primární kořen nebo kořen, ze kterého se vyvinou četné sekundární či postranní kořeny. U vegetativně množené révy pocházejí kořeny z rostlinného pletiva – kambia (Keller 2015).

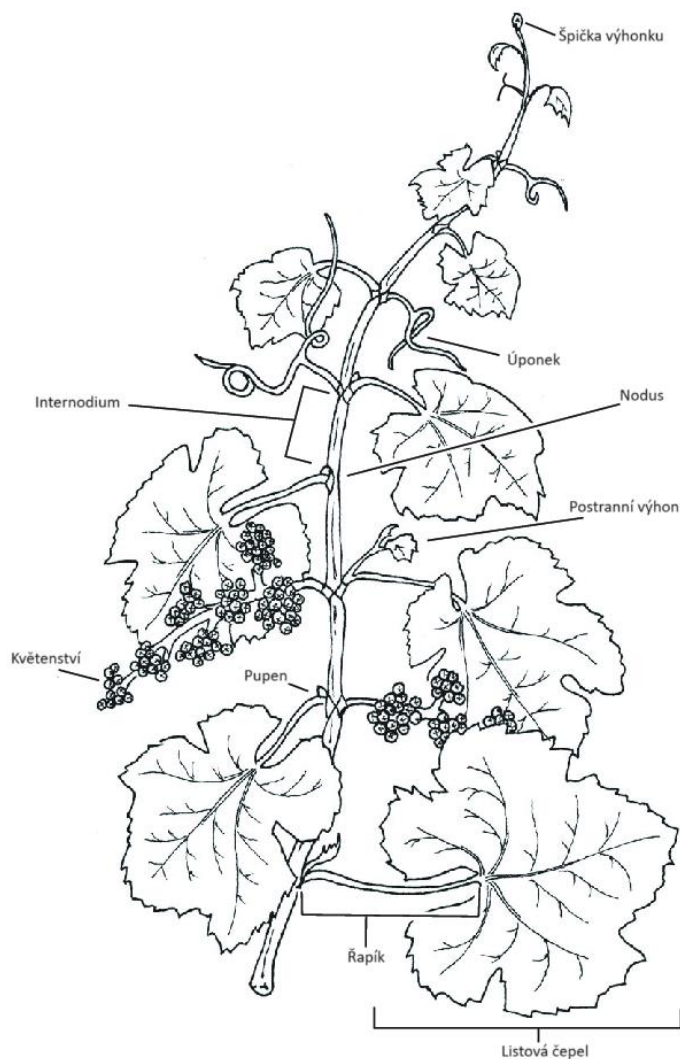
Auxin podporuje růst kořenů, zatímco cytokinin a strigolakton jeho růst potlačují. Většina těchto tzv. adventivních kořenů se tvoří v blízkosti nodů, některé rostou i na internodiích. Hlavní kořeny se vyvíjejí přímo z řízků. Rozvětvuji se na sekundární, terciární, postranní kořeny a vytváří komplikovanou architekturu kořenového systému. Většina kořenového systému vinné révy se obvykle nachází ve svrchním metru vrstvy půdy. Uspořádání kořenů závisí zejména na charakteristice půdy, tedy dostupnosti vody a živin v půdě. Réva vinná je schopna detekovat enviromentální podněty a rozšířit postranní kořeny k využití příznivé půdní oblasti (Hellman 2003, Keller 2015).

Nadzemní část révy vinné představují výhonky a kmen. Kmen poskytuje podporu pro rostoucí révu a je zodpovědný za transport vody, živin a asimilátů. Slouží také jako zásobní orgán pro sacharidy, vodu a další živiny, které na jaře a ve stresových obdobích podporují růst (Hellman 2003, Lampíř & Rubešová 2018).

Vzhledem ke své povaze liány vyžaduje réva při pěstování oporu. Kmen vyspělé révy vinné má ramena, která podpírají jednoleté dřevo. Pupeny (očka) se nacházejí na jednoletém dřevě, známém také jako letorost. Z těchto pupenů později vyrůstají nové letorosty, listy, zálistky (fazochy), květenství, úponky a hrozny. Ramena jsou umístěna v různých pozicích v závislosti na systému vedení. Některé vedení využívá kordony, semi-permanentní větve kmene, obvykle pěstované vodorovně s nataženým drátem a pažemi rozmístěnými v pravidelných

intervalech. Jiné systémy využívají jednoleté dřevo vycházející z ramen obvykle umístěných v blízkosti hlavy révy. Koruna je tedy v oblasti blízko země (Hellman 2003, Marková et al. 2019).

Primární jednotkou pro růst révy je výhonek. Jedná se o stonkovitý zelený výrůstek vycházející z latentního pupenu. Primární výhonky pocházejí z primárních pupenů a obvykle produkují plody. Komponenty výhonku jsou znázorněny na obrázku 1. Hlavní osu výhonku tvoří strukturální podpurná a vodivá pletiva pro transport vody, živin a produktů fotosyntézy. Na výhonu jsou v pravidelných intervalech uspořádány listy, úponky, shluky květů nebo plodů a poupata. Výhonek lze rozdělit na bazální, střední část a vrchol (Boss et al. 2003, Hellman 2003, Lebon 2004).



Obrázek 1: Popis částí výhonku
Převzato z Hellman 2003

Výhonek má mnoho bodů růstu, prodlužovací růst probíhá ve špičce. Rychlost růstu výhonků se během sezóny mění. Po vytvoření koncového pupenu mohou výhonky révy vinné pokračovat v růstu. Důležitým faktorem je dostatek tepla, půdní vlhkosti a živin (Hellman 2003, Keller 2015).

Listy se tvoří na apikálním meristému. Před vytvořením prvního pravého listu vytváří výhonek dva nebo více blízko sebe umístěných listenů. Délka internodií je ukazatel rychlosti růstu výhonků, což odpovídá rozdílné rychlosti růstu během sezóny (Hellman 2003, Keller 2015).

Spodní plocha listových čepelí obsahuje stomata (průduchy). Řapík vede vodu a minerální látky do a z listové čepele. Udržuje také orientaci listové čepele, a by plnila své funkce (Hellman 2003, Keller 2015).

U vyvíjející se révy vinné procházejí listy postupným přechodem od importu fotosyntetických produktů k exportu. Když list dosáhne jedné třetiny své plné velikosti, vydává více živin, než spotřebuje. Začíná přispívat k růstu révy. List dosahuje své plné velikosti zhruba po 30 a ž 40 dnech po rozvinutí. V této fázi dochází k maximálnímu využití fotosyntézy (Retallack 2012).

Réva vinná roste jako dřevnatá liánovitá rostlina pnoucí se po oporách. K uchycení slouží úponky. Vyrůstají naproti listům bez květenství. Pravidelně se objevují u každého třetího listu. Vzhledem ke stejnému vývojovému původu květů a úponků se může na konci úponku objevit několik květů (Hellman 2003).

V oblasti těsně nad místem spojení řapíku a výhonku (paždí listu) se vyvíjí růstový bod – pupen. Ve vinařské terminologii rozlišujeme dva pupeny – postranní a spící, latentní pupen. Postranní pupen je skutečným axilárním pupenem listu. Spící se tvoří v paždí listenu pupenu. Kvůli jejich vývojové a sociaci jsou oba pupeny umístěny vedle sebe v paždí hlavního listu (Hellman 2003, Carmona et al. 2008).

Spící pupen obsahuje primordia a souvisí s tvorbou plodů pro příští sezónu. Postranní pupen roste v aktuální sezóně. Růst může brzy po vytvoření bazálního listenu ustát nebo může pokračovat a vytvoří se postranní (letní) výhon. Pokud postranní pupen v aktuální sezóně nevyroste, odumře (Boss et al. 2003, Hellman 2003, Keller 2015, Giese et al. 2020).

Následující rok se ze spícího pupenu utváří plodný výhon. Podle odrůdy produkuje plodný výhon jedno a ž tři květenství – laty. Shluky květů se vyvíjejí naproti listům, obvykle na třetím a ž šestém nodu. Počet květních shluků na výhonku závisí nejen na odrůdě, ale zejména na podmínkách předchozí sezóny (Hellman 2003, Giese et al. 2020).

Květy jsou oboupohlavné. V závislosti na počasí trvá kvetení 1–3 týdny (Pratt 1971, Hellman 2003, Lampíř 2018). Opylení květů začíná uvolněním pylu z prašníků. Následný růst bobulí se nazývá násada plodů. Osa květenství se mění na třapinu, na které jsou umístěny jednotlivé bobule. Tvar hroznu je určován genetickými vlastnostmi odrůdy. Architektura hroznu je ovlivněna různými faktory, jako je stupeň odkvětu květenství, odrůda, klon, klimatické podmínky nebo agrotechnika ve vinici (Boss et al. 2003, Pavloušek & Lampíř 2016).

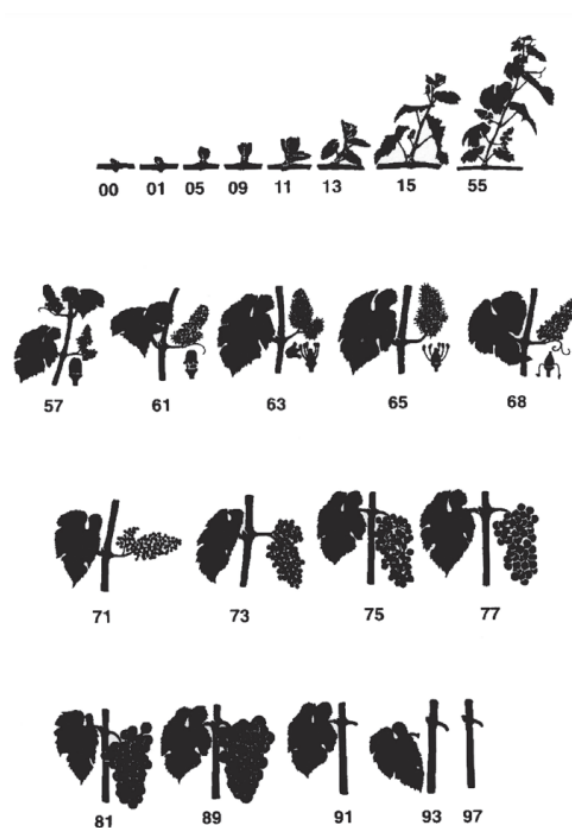
Bobule révy vinné má tři základní části – slupku, dužninu a semena. Slupka obsahuje látky významně ovlivňující kvalitu vína. U modrých odrůd se jedná o antokyany, třísloviny a aromatické látky. Kutikula a vosková vrstva chrání povrch slupky před houbovými chorobami a vlivy prostředí (Pavloušek & Lampíř 2016).

3.1.1 Fenologické fáze révy vinné

Fenologie definuje periodicky opakující se růst a vývoj související s klimatickými faktory. Fenologický vývoj zahrnuje vývin orgánů (od pupenů po plody) (Keller 2015, Pavloušek & Lampíř 2016, Giese et al. 2020).

Roční proces má vliv na vývoj, výnos, a především na kvalitu hroznů. K hodnocení je používána stupnice BBCH, viz . obrázek 2 (Meier 2001, Hellman 2003, Keller 2015, Pavloušek & Lampíř 2016).

Nejdůležitější mezníky fenofáze jsou: slzení, rašení oček, růst letorostů, kvetení, nasazování bobulí, uzavírání hroznů, zaměkání bobulí (Pavloušek & Lampíř 2016).



Obrázek 2: Vývojové fáze
Převzato z Hellman 2003

3.2 Historie pěstování révy vinné

Réva vinná je svým způsobem jedinečná rostlina. Je považována za celosvětově rozšířenou a hlavní zahradnickou plodinu. Jedinečnost spočívá zejména v jejím vývoji a domestikaci, úzce propojené s dějinami lidské civilizace (This et al. 2006).

Největší význam má *Vitis vinifera* L., a to z pohledu rozvoje vinohradnictví a vinařství. *Vitis vinifera* L. lze považovat za domácí v euroasijské oblasti. Velký význam pro rozvoj vinohradnictví a domestikaci révy vinné nemá pouze druh *Vitis vinifera* subsp. *vinifera* (syn. *sativa*) – ušlechtilá réva vinná, ale rovněž planá réva vinná (*Vitis vinifera* subsp. *sylvestris*) (This et al. 2006, Pavloušek 2008).

Výskyt révy na Zemi je datován již více než před 65 miliony lety. Z dob druhohor a třetihor pochází důkazy ve formě otisků listů podobné dnešním druhům americké révy (This et al. 2006, Michlovský 2017)

Mnoho nejasných otázek je i okolo domestikace révy vinné. Planá réva vinná se pravděpodobně vyskytovala v Evropě již v neolitickém období (8 000 – 5 000 let př. n. l.). Munsie et al. (2002) uvádí domněnku, že k první domestikaci došlo v Malé Asii a Zakavkazsku.

Archeologické, genetické, ampelografické a lingvistické důkazy poukazují právě na Zakavkazsko (dnešní Gruzie, Arménie a Ázerbájdžán) a východní Anatolii jako oblasti, kde *Vitis vinifera sylvestris* byla domestikována a z ní pak vyrobena první vína. Oblast je považována za místo vzniku kulturní evropské révy vinné. Nejstarší známý archeologický a chemický důkaz výroby vína je starý něco málo přes 7000 let. V neolitickém nalezišti v severozápadním Íránu Hajji Firuz Tepe byly v letech 1956–77 uskutečněny archeologické vykopávky, při kterých bylo objeveno šest hliněných nádob ve tvaru cibule, každá o objemu asi 7 litrů (Estreicher 2017).

Další důkazy o cíleném pěstování révy a výrobě vína pochází z Mezopotámie a Egypta z období před 5000 lety. Tehdy znali Egypťané již osm odrůd révy vinné. Z oblasti Mezopotámie z období vlády krále Chamurappiho pochází nejstarší vinařské zákony, konkrétně z roku 1750 p. n. l. Pro běžné obyvatele ve starověku bylo nejčastějším alkoholickým nápojem bylo pivo. Víno bylo vyhrazeno pro vládnoucí elitu. Chamurappi jasně stanovil, že pivo je nejdůležitější nápoj, ale považoval za nezbytné užití vína při náboženských obřadech. Trvalo tisíce let, než se vinařství dostalo do západní Evropy a zbytku světa (Munsie et al. 2002, Estreicher 2017).

Další oblastí, kterou je ve starověku v souvislosti s vínem nutné zmínit, je Řecko. Není známo, zda se víno poprvé dostalo na řecké ostrovy a pevninu přímo z Anatolie nebo zda je přivezli první feničtí obchodníci. Nejstarší doklady o víně a vinařství v Řecku pochází z roku 2200 p. n. l. z paláce Myrtos Fournou Korifí. Víno se cenilo pro své léčivé vlastnosti, zejména dezinfekci ran. Řecko mělo velký vliv na rozkvět vinařství v Evropě (Estreicher 2017).

Řekům většina autorů přisuzuje podíl na rozšiřování révy dále do světa, zejména do Francie a Itálie. Poté, co Julius César kolem roku 50 př. n. l. přesunul římské legie z pobřeží

Středozevního moře do střední a severní Evropy, Římané založili vinařství v Bordeaux, severní Francii, západním Německu, a dokonce i jižní Anglii. Římané zjistili, že vinná réva může růst na místech, která nejsou vhodná pro olivovníky. V rámci výbojů Římanů do střední Evropy se vinařství rozšířilo nejen do Maďarska, ale také na jih Moravy (Estreicher 2017, Varriano 2022)

Jak již bylo zmíněno, vinná réva rodu *Vitis* vhodná pro vinařství byla kosmopolitně rozšířena. Zdá se však, že se vinařství skutečně zrodilo ve zmíněných maloasijských a evropských civilizacích, ne v jiných oblastech světa (např. v Americe). Tato skutečnost vedla vědce k předpokladu, že vinařství se vyvíjelo z důvodů souvisejících s jedinečnými sociálními, ekonomickými a ideologickými strukturami civilizací (Michlovský 2017).

Teprve v době zámořských objevů, kdy Evropané dorazili do Ameriky, se vinařství rozšířilo za Atlantický oceán. První víno, které Kolumbus v 90. letech 15 století v Americe představil, byl „pytel“ ze Španělska, předchůdce moderního vína sherry. Druh *Vitis vinifera* byl později dovezen do Latinské Ameriky během průzkumných cest Španělska a Portugalska v 16. století a rychle se rozšířil. Vinařství se do USA dvěma cestami, a to prostřednictvím evropských kolonistů na východní pobřeží (1619) a s františkánskými misionáři na pobřeží západní kolem roku 1700. Angličané pak přinesli vinařské umění do Austrálie v roce 1788, kdy poprvé přijeli do trestanecké kolonie a později roku 1819 na Nový Zéland (Estreicher 2017).

V minulosti se občas vyskytly některé choroby révy vinné. Nepůsobily však velké škody. V 19. století se v Evropě objevilo padlí révy vinné. První výskyt byl v Anglii, odkud se dál rozšířil do Francie. Epidemii s padlím způsobily řízky dovezené z Ameriky. Šíření choroby bylo nezastavitelné a později se objevilo ve Španělsku, Itálii i na jihu Rakousko-Uherska (Kraus 2017, Michlovský 2017).

Po dalších 20 letech se objevil nový patogen, proti kterému nebyla žádná ochrana. Ze Severní Ameriky byla dovezena réva šlechtěná na odolnost proti padlí. Ta však byla zároveň napadena škůdcem, mšičkou révokazem. Stejně jako padlí byla mšička prvně objevena v Anglii, o pár let později ve Francii. Na území Moravy se škůdce projevil na začátku 20. století ve Velkých Pavlovicích. Jako ochrana byly používány roztoky sirouhlíku, které ale měly často fatální dopad i na samotnou révu. Relativně brzy se začalo rozvíjet roubování na podnože americké révy vinné, která je sama o sobě odolná vůči mšičce révokazu. K zajištění rozvoje vinohradnictví a zabránění jeho úpadku vlivem chorob byl vydán roku 1894 zákon, který na dobu deseti let osvobozoval od daní nově vznikající vinice s americkými podnožemi (Callec 2001, Michlovský 2017, Hradil et al. 2018).

S dovozem odolné révy z Ameriky proti mšičce révokazu se objevila další pohroma - plíseň révová „peronospora“ (*Plasmopara viticola*). První případ se zaznamenal ve

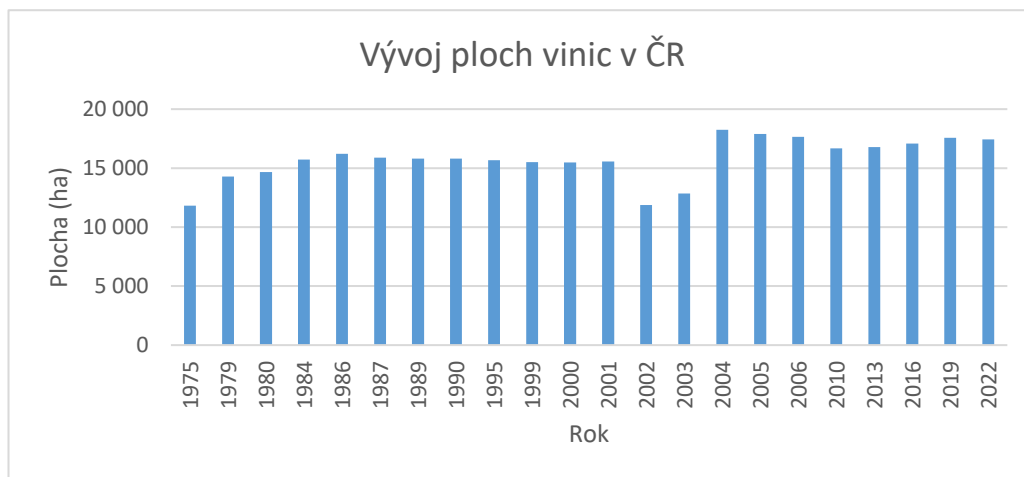
Francii. Velké škody způsobovala nejen ve Francii, ale i Itálii nebo Rakousku, kde byla vlivem choroby zničena téměř veškerá sklizeň. Zákon z roku 1898 ukládal v povinnost včasné ošetřování proti plísní révové. Následovalo šíření dalších chorob a škůdců – bílé hniloby révy, červené spály révy, svilušky ovocné nebo také asijské octomilky (Callec 2001, Callec et al. 2007).

3.2.1 Minulost a současnost vinohradnictví v České republice

Jak bylo zmíněno výše, vinohradnictví se na Moravu dostalo již za výbojů římských legií. Avšak první písemné zmínky pochází z 8. století. Do oblasti Čech bylo rozšířeno v období existence Velkomoravské říše. V Čechách vinohradnictví zavedl svatý Václav na počátku 10. století. Pro 12. století byly typické klášterní vinice, odkud se šířil vinohradnický pokrok po celé zemi. Vývoz vína byl zahájen a ž ve 13. století. Šlechta a vyšší vrstvy se začaly zajímat o vinohradnictví za vlády Karla IV., který dovezl z Francie a Itálie několik odrůd révy vinné. Okolo roku 1370 byl pro podporu českého vinohradnictví zakázán dovoz vín z ciziny (Kraus 2012, Křeček & Šuba 2022).

Obecně se ve 14. – 20. století vývoj plochy vinic na našem území střídal pozitivním i negativním směrem. Změny v rozloze vinic v průběhu několika desítek let na Moravě naznačují různé fáze vinohradnictví. Nárůst ploch byl zaznamenán po konsolidaci JZD (Jednotné zemědělské družstvo) po roce 1965. Začalo se prosazovat vysoké vedení révy vinné a využití mechanizace ve vinohradech. Díky tomu se rozšiřovala rozloha vinic a ž do konce socialistické éry, tedy a ž do konce 80. let 20. století (Michlovský 2017, Kraus 2017).

Michlovský (2017) uvádí, že po přechodu k jinému politickému systému se plocha vinic po dalších zhruba deset let snižovala. Dle dat ze statistického úřadu rozloha vinic v 80. – 90. letech spíše stagnovala. V roce 1995 začalo ministerstvo zemědělství poskytovat dotace na výsadbu révy vinné. V novém tisíciletí došlo ke znatelnému poklesu rozlohy vinic v ČR. Nová výsadba vinic byla povolena pouze do roku 2004, než ČR vstoupila do EU. Od této doby je povolena pouze obnova vinic. V posledních letech je situace s plochou vinic na území ČR poměrně stabilní. Podrobnější průběh změn rozlohy vinic v ČR je znázorněn v grafu 1.



Graf 1 Vývoj plochy vinic v ČR v letech 1975-2022

Zdroj dat: ČSÚ, Statistické ročenky

3.3 Stres rostlin

Každá rostlina má optimální růstové podmínky, které jí pomáhají dosáhnout produkční fáze a také dokončit její životní cyklus rozmnožováním. Ve srovnání s živočichy si rostliny nemohou zvolit či samovolně změnit prostředí se správnými životními podmínkami, proto jsou neustále vystavovány mnoha faktorům. Všude na zemi podléhají změnám při různých zátěžích, které omezují jejich životní výkonnost a prostor pro rozvoj. Negativně působící faktory v přírodním prostředí, kterým rostliny musí čelit, jsou označovány za stresory neboli stresové faktory (Larcher 1987; Hirayama & Shinozaki 2010).

Stresová reakce je definována jako soubor reakcí vyvolaných určitými stresory. Rostliny se ocitají ve stresovém stavu, pokud negativní podmínky v prostředí překročí jejich toleranční mez a způsobují poruchy ve funkcích a orgánech. Tento stav je výsledkem působení stresorů na rostlinu (Larcher 1987).

Termín stres v biologii byl původně odvozen z fyzikálního a mechanického termínu „stress“, který se používal k popisu množství síly v jedné oblasti. Podobnost vycházela ze skutečnosti, že pokud aplikujeme určité napětí na elastický materiál, účinek bude reverzibilní. Zatímco aplikace napětí na plast způsobí nevratné změny, vedoucí až k porušení materiálu (Mosa et al. 2017).

Larcher (1987) definoval stres rostlin jako stav, ve kterém zvyšující se požadavky na rostlinu vedou k počáteční destabilizaci funkcí, následovanou normalizací a zlepšenou odolností. Pokud jsou překročeny meze tolerance a adaptační kapacita je přetížena, může dojít

k trvalému poškození nebo dokonce uhynutí rostliny. Podle této definice je stres rostliny stav rostliny prožívající změnu, která vyžaduje reakci. Pokud je požadavek v rámci tolerančních limitů rostliny, odpovědní reakce může obnovit normální stav rostliny.

Stres lze podle Mosa et al. (2017) považovat za dočasný stav. Pokud však stres překročí toleranční kapacitu rostliny, dojde k trvalému poškození. Stupeň poškození je relativní k síle napětí a trvání. Může dokonce vést ke smrti, pokud se reakce rostlin se stresem dostatečně nevypořádají.

Existuje několik dalších definic stresu, které byly později formulovány. Například Lichtenthaler (1996) ho definoval jako jakýkoli nepříznivý stav nebo látku, která ovlivňuje nebo blokuje metabolismus, růst nebo vývoj rostliny. Gaspar et al. (2002) popsali stres jako stav způsobený faktory, které mají tendenci měnit rovnováhu. Dále jako změny ve fyziologii, ke kterým dochází při vystavování druhů mimořádně nepříznivým podmínkám. Tyto podmínky nemusí představovat ohrožení života, ale vyvolávají poplachovou reakci. Stres lze také definovat jako vnější faktor, který má na rostlinu negativní vliv a obecněji jako významnou odchylku od optimálních podmínek života.

Navzdory rozdílům mezi několika uvedenými definicemi jsou všechny zaměřeny na popis změny podmínek, které ovlivňují rostlinu, reakce rostliny na tuto změnu a úroveň poškození (pokud nějaké existuje), které může změna způsobit. Jedním z důvodů, proč různí vědci definují stres odlišně, spočívá v tom, že každý z nich studoval jiný typ rostlinných stresorů (Lichtenthaler 1998, Mosa et al. 2017).

Flexibilita normálního metabolismu umožňuje vývoj reakcí na změny prostředí, které pravidelně a předvídatelně kolísají v denních a sezónních cyklech. Každá odchylka faktoru od jeho optima nemusí nutně vést ke stresu. Stres začíná omezením nebo vysoce nepředvídatelnými výkyvy uloženými na pravidelných metabolických vzorcích, které způsobují tělesná zranění, nemoci nebo aberantní fyziologii. Stres je změněný fyziologický stav způsobený faktory, které mají tendenci měnit homeostázu. Deformace je jakákoliv fyzikální nebo chemická změna způsobená stresem, tj. každá stanovená podmínka, která tlačí systém pryč z jeho termodynamicky optimálního stavu (Gaspar et al. 2002).

Mosa et al. (2017) rozděluje stres rostlin v souladu s několika faktory:

1. Podle typu faktorů, které stres způsobují:

Stresy rostlin lze klasifikovat do „abiotických stresů“, které jsou způsobeny neživými faktory (např. sucho, změny teplot a slanosti) a „biotických stresů“, způsobené živými organismy (jako jsou mikroorganismy, hmyz a jiné rostliny).

2. Podle účinku stresu:

Stres rostlin lze rozdělit na stresy s pozitivními účinky neboli „eustres“ a stresy s negativními účinky „distres“. Rovnováha mezi tolerancí a senzitivitou určuje účinek stresu. Nedostatek vody může způsobit otužování – bráno jako pozitivní účinek. Pokud je pro rostlinu smrtelný, označujeme ho za negativní.

3. Podle délky trvání stresu:

Lze klasifikovat na krátkodobě působící stres, kdy rostlina dokáže překonat stres pomocí adaptačních, a klimatizačních a opravných mechanismů. Stres vedoucí k podstatným a nevratným změnám je označován za perzistentní neboli dlouhodobě působící.

4. Podle původu:

Stresy rostlin lze také rozdělit na „vnitřní stresy“, pocházející z vnitřního prostředí a „vnější stresy“ z vnějšího prostředí rostliny (Lichtenthaler 1996, Mosa et al. 2017).

3.3.1 Biotický stres

Biotický stres je výsledkem interakcí mezi rostlinou a jiným živým organismem (příp. organismy), vedoucí buď k částečnému poškození, které může rostlina překonat, nebo k významným poškozením bez šance rostliny na přežití. Téměř všechny typy živých organismů mohou způsobovat biotické stresy včetně patogenních bakterií, hub nebo virů, stejně jako hád'átek a hmyzu. Volně žijící nebo chovaná zvířata a pěstované rostliny jsou také příčinou biotických stresů. Biotické stresy způsobené mikroorganismy jsou však většinou ve formě chorob (bakteriální, houbové a virové) nebo parazitismu. Hmyz a zvířata způsobují fyzické poškození porostu. Rostliny způsobují stres díky konkurenci a fytoparazitismu (Kranner et al. 2010, Mosa et al. 2017).

Podle výše uvedených klasifikací je biotický stres vnější biologický stres, který ovlivňuje rostlinu. Může ovlivnit všechny organizační úrovně rostliny, včetně molekul, organel, buněk, pletiv, orgánů, celých rostlin nebo dokonce celých rostlinných populací. Poškozeny mohou být některé nebo všechny tyto úrovně a reakce se mohou na jednotlivých úrovních výrazně lišit. Porozumění účinkům stresu rostlin a mechanismům stresové reakce proto vyžaduje fyziologická, buněčná a molekulární opatření na všech uvedených úrovních (Peterson et al. 2001).

3.3.2 Abiotický stres

Abiotické stresory jsou výsledkem změn nebiologických faktorů, většinou environmentálních nebo nutričních. Ovlivňují růst, reprodukci a život rostliny. U rostlin pak následuje odpověď reakcí. Sledem reakcí se rostlina snaží obnovit normální podmínky nebo alespoň minimalizovat škodlivé účinky změn. Abnormality ve stavu vody, úrovních živin, pohybu vzduchu, teplotě a salinitě jsou některé ze zdrojů a biotických stresů. Abiotické stresory jsou tedy fyzikální stresy, které lze snadno měřit pomocí fyzikálních pojmů (Peterson et al. 2001, Shao et al. 2009, Kranner et al. 2010).

V přírodních podmínkách působí na rostliny obvykle několik stresových faktorů současně. Abiotické stresy se mohou vyskytovat ve formě osmotického tlaku, poruchy distribuce iontů a homeostázy rostlinných buněk. Hlavními stresory jsou: sucho, salinita, chlad, vysoká teplota a toxiny (Gull et al. 2019).

V poslední době se velmi významným vnějším faktorem stalo znečištění životního prostředí. Rostliny na něj nejsou evolučně adaptovány. Znečištění životního prostředí mění ekosystémy, snižuje biodiverzitu a produkci. U rostlin silně ovlivňuje růst a vývoj. Do antropogenních procesů, které nepředvídatelně ovlivňují živou přírodu, patří kyselá dešť, zvýšená koncentrace ozonu v přízemní vrstvě ovzduší, úbytek ozonové vrstvy ve stratosféře, zesílení ultrafialového záření a globální oteplování (Dukhovskis et al. 2003).

Znečištěné ovzduší vede k acidifikaci půdy, uvolňování hliníku a jiných toxických látek. Vlivem toho je omezen rozklad organických látek i růst jemných kořenů. V návaznosti na prvotní reakci se také mění metabolismus rostlin, zejména v procesu fotosyntézy a produkci biomasy. Míra poškození a reakce rostlin je závislá na druhu a citlivosti. Obecně se v lokalitách s antropogenním poškozením snižuje rychlost fotosyntézy (Hniličková et al. 2013).

Mocová et al. (2013) hodnotili vliv toxických iontů na exponované rostliny. Toxické kovy negativně ovlivnily zejména růst kořenů. Nejčastěji se jednalo o celkovou délku kořenů. Růst rostlin se úměrně snižoval se zvyšujícím se obsahem kadmia a olova v půdě.

Kromě přímého antropogenního vlivu byla prokázána i souvislost se sníženou odolností rostlin vůči přírodním faktorům (teplota, vlhkost atd.). V závislosti na podmínkách prostředí se mohou účinky koncentrace stejné znečišťující látky lišit (Sutinen et al. 1996).

Díky mezinárodnímu úsilí se v posledních letech podařilo snížit emise znečišťujících látek, jako jsou sloučeniny síry a dusíku. Okyselení životního prostředí však zůstává jedním z nejpalčivějších problémů. Rostliny pěstované na kyselých půdách (pH nižší než 4,5)

akumulují několikanásobně více rizikových kovů než rostliny pěstované na neutrálních nebo alkalických půdách (Dukhovskis et al. 2003).

Vodní deficit

Stres ze sucha je způsoben nedostatkem závlahové vody a dlouhodobých srážek. Vodní deficit vede ke snížení dodávky vody do půdy. V takových podmínkách je pro kořeny plodin obtížné absorbovat dostatečné množství vody. Ve spojení s nadměrným požadavkem na odpařování narušuje normální fyziologickou aktivitu rostlin. Pro udržení normálního metabolismu odstraňují rostliny přebytečné reaktivní formy kyslíku (ROS) prostřednictvím intracelulární antioxidační enzymatické aktivity. Stres ze sucha může snížit rychlost klíčení semen, poškodit fotosyntetické orgány, snížit výšku rostlin a výnos (Xu et al. 2018, Wang et al. 2022).

Nedostatek vody je významným environmentálním omezením produktivity rostlin. Ztráty produkce plodin způsobené vodním deficitem pravděpodobně převýší ztráty ze všech ostatních zdrojů, protože zásadní je jak závažnost, tak doba trvání stresu. Závažnost sucha závisí na nepředvídatelných situacích – výskytu a distribuci dešťových srážek, požadavcích na vypařování a schopnosti půdy zadržovat vlhkost. V současné době se klima na celém světě změnilo neustálým zvyšováním teplot a atmosférického CO₂. Rozložení srážek je v důsledku klimatických změn nerovnoměrné. Kvůli extrémním podmínkám sucha se množství půdní vody dostupné pro rostliny neustále snižuje. Rostliny pak reagují předčasným odumíráním. Sucho způsobuje snížený růst rostlinných výhonků a také metabolických nároků (Bray 1997, Gull et al. 2019, Bolaji Umar et al. 2022).

3.4 Biotické a abiotické stresory révy vinné

3.4.1 Biotické faktory

Houbové choroby

Révu vinnou mohou napadnout mnohé houbové patogeny, ovlivňující kvalitu bobulí, vlastnosti chuti vína, vitalitu i dobu přežití keřů. Houbové nemoci způsobují poškození povrchu listů keřů. Následkem toho dochází k odumírání listového pletiva a snížené efektivitě příjmu a přeměny látek potřebných k vývoji a stavbě těla rostliny (Pavloušek 2011).

Plíseň révy vinné (*Plasmopara viticola*) je někdy nazývána peronosporou révy vinné. Do Evropy se rozšířila ze Severní Ameriky na konci 19. století. Škody na keřích révy vznikají

zejména v souvislosti s počasím, průběhem vegetačního období, náchylností odrůdy a ochrannými zásahy. První příznaky se objevují na horní straně listu. Jsou zde viditelné olejové skvrny, následně na spodní straně listu vzniká bílý povlak houby. Příznivým vlivem pro plíseň je vlhká a teplá noc. Napadená místa hnědnou a zasychají. Plísni mohou být napadeny i bobule, na kterých se objevuje červenohnědé a ž fialové zbarvení. Bobule mohou a ž zaschnout (Pavloušek 2008, Hlušek et al. 2015).



Obrázek 4: Plíseň révy vinné
Zdroj: Ekovin

Padlí révy vinné (*Erysiphe necator*) je jednou z nejčastěji se vyskytujících chorob révy vinné v České republice. Vyskytuje se zejména z důvodu proměnlivosti počasí. Do Evropy se choroba rozšířila z Ameriky, stejně jako výše zmiňovaná plíseň révy vinné. Padlí napadá většinu révy vinné, zejména pak zelené části – listy, květenství, letorosty i bobule. Již během rašení se objevují první příznaky choroby, které pokračují ve stadiu 3-6 listů. Padlí se objevuje na horní i spodní straně listové čepele. Spodní strana je stříbřitě lesklá, na vrchní jsou světlé skvrny. Květenství a malé hrozny jsou zvláště náchylné k napadení. Pokud jsou hrozny napadeny od velikosti hrachu, často dochází k jejich praskání. Bobule pak mohou být druhotně napadány hnilobami, kvasinkami nebo bakteriemi (Pavloušek 2011, Muška et al. 2019).



Obrázek 5: Padlí révy vinné
Zdroj: Ekovin

Kromě dvou výše zmíněných chorob je jedním z hlavních faktorů snižujících kvalitu hroznů šedá hniloba révy vinné (*Botryotinia fuckeliana*). Chorobu způsobuje houba *Botrytis cinerea*. Někteří a utoři (Michlovský 2017) zařazují *Botrytis sp.* mezi světově nejrozšířenější houby vyskytující se všude, vyjma pouštních oblastí. Nejčastěji napadené bývá soukvětí, které hnědne a zasychá. Letorosty a listy napadá houba méně často. Pozdější napadení bobulí způsobuje kávově hnědou barvu a na povrchu se vytváří šedobílý, později tmavnoucí povlak. *Botrytis cinerea* napadá i třapinu, a tím způsobuje možné opadávání hroznů (Pavloušek 2008, Michlovský 2017).

Výše popsané napadení hroznů se projevuje za deštivých nepříznivých podmínek. Existují případy, kdy je napadení hroznů houbou *Botrytis cinerea* žádoucí jev. Tzv. ušlechtilá plíseň tvoří z hroznů cibéby. K tomu jsou zapotřebí příznivé podmínky během zrání hroznů – sucho, teplo. Patogen vyvolává proces přezrání tvorbou mikrotrhlin ve slupce hroznů. Trhlinami se vypařuje voda, zvyšuje se koncentrace cukrů a dochází k tvorbě cibéb. Z postižených hroznů se vyrábí botrytické víno s charakteristickým buketem (Michlovský 2017, Sedláček 2022)



Obrázek 6: Šedá hniloba
Zdroj: Ekovin

Bakteriální a virové choroby

Pierceho choroba způsobená bakterií *Xylella fastidiosa* byla poprvé zaznamenána v Kalifornii, kde došlo k rozsáhlé devastaci vinic. Choroba se projevuje skupinou příznaků, mezi které patří nažloutlé nebo načervenalé okraje listů. Listy následně usychají a nastává jejich předčasný opad. Jednoleté dřevo vyžívá nepravidelně (Pavloušek 2011).



Obrázek 7: Pierceho choroba

Zdroj: Phys

Virová vějířovitost révy vinné (Grapevine fanleaf virus), někdy označována jako „roncet révy vinné“ se řadí k velmi významným virovým chorobám. Ovlivňuje výnos a kvalitu hroznů. Z hospodářského pohledu se řadí k výrazně škodlivým chorobám. Keře napadené chorobou se vyznačují nízkou růstovou aktivitou. Na letorostech je pozorovatelné zkrácení internodií. Listy rostoucí na nemocných liánách vykazují abnormality v barvě a tvaru. Zpočátku je viditelná mozaika žluté barvy podél žilek. Později generalizuje na část nebo celou listovou čepel (Andret-Link et al. 2004, Pavloušek 2011).



Obrázek 8: Virová vějířovitost

Zdroj: Ephytia

Choroby kmene révy vinné (GTD) jsou v současnosti jednou z nejzásadnějších chorob ve vinařství, vedoucí ke značným ztrátám na výnosech a výraznému poklesu kvality révy vinné. Identifikace původců je základním kamenem účinného přístupu k boji proti houbovým chorobám udržitelným, nechemickým způsobem. Choroby kmínků (ESCA, eutypové odumírání révy a botryosférické odumírání révy) mají významný negativní dopad na ekonomiku. Projevují se ve vyšším věku keřů a jejich rozsah se různí dle regionů (Fontaine et al. 2016, Michlovský 2017).

Onemocnění ESCA je jednou z nejrizikovějších chorob postihujících sklizeň révy vinné na světě. První zmínky o symptomech ESCA se objevily již ve starověkém Řecku. Přesnější popisy však pocházejí až ze středověku. V roce 1922 byl pro označení tohoto onemocnění, charakterizovaného přítomností bílé hniloby a apoplektickou formou, zaveden termín ESCA. Od 90. let 20. století se výzkum choroby ESCA zvýšil v souvislosti s nárůstem počtu zamořených vinic v několika evropských zemích, jako je Německo, Itálie a Řecko (Fontaine et al. 2016).

ESCA seskupuje několik syndromů způsobených převážně houbami, napadajícími cévy rostliny. Při napadení révy rostou žlutozelené a ž žlutobílé listy, na nichž se vyskytují nepravidelné skvrny. V konečné fázi napadení réva chřadne a odumírá. Studie současné doby zjistily hlavní činitele choroby: *Phaeoacremonium minimum* a *Fomitiporia mediterranea*. Izolováno bylo i několik dalších patogenních hub napadajících kmen, ale jejich role a interakce s jinými houbami musí být ještě objasněny (Hofstetter et al. 2012, Fontaine et al. 2016).



Obrázek 9: ESCA
Zdroj: Research Gate

Škůdci révy vinné

Jeden z nejznámějších a nejvýznamnějších škůdců révy vinné je mšička révokaz (*Viteus vitifolii*). V polovině 19. století byla se sazenicemi plané révy zavlečena ze Severní Ameriky do Evropy. Vyskytuje se na kořenech jako kořenová mšice nebo na nadzemních částech keřů jako mšice listová. Spodní strana mladých rozvíjejících se listů je ztlustělá. Zatímco ve ztlustěninách se vyvíjejí hálky s černými chloupky, na vrchní straně se nachází hálky

s chloupky světlými. S větším množstvím hálek se objevuje zaostávání růstu listů, které se deformují a stáčí směrem vzhůru. Později dochází i k jejich opadu. Silně napadená réva má obtíže s růstem výhonů i vyzríváním dřeva. Růst je omezený, může být i zcela zastaven. V podzemí na kořenech révy vinné se tvoří zduřeniny, nodozity, ve kterých se vyskytují žluté mšičky. Napadení kořenů se projevuje opožděným vegetačním cyklem, rozvolněnými malými hrozny, žloutnutím a předčasným vybarvováním listů na podzim. Díky roubování na odolné podnože americké révy vinné byla mšička révokaz vyhubena. Dnes se u nás téměř nevyskytuje (Hlušek et al. 2015, Michlovský 2017).

K dalším organismům napadající révu vinnou patří vlnovník révový, zobonoska révová, různorožec trnkový, obaleč mramorovaný nebo obaleč jednopásý (Hlušek et al. 2015, Michlovský 2017).

3.4.2 Abiotické faktory

Stejně jako ostatní rostliny je réva vinná ovlivňována mnoha okolními faktory – jedná se zejména o půdní a klimatické vlivy. Mezi nejběžnější a biotické stresy patří sucho (deficit vody), zasolení, okyselení půdy, vysoké teploty a nadměrné vystavení radiaci. Všechny tyto faktory prostředí jsou vzájemně propojeny, proto je na otevřeném prostranství obtížné rozlišit dopady jednotlivých stresorů. Například vlny veder jsou často spojeny se suchem, což jsou dva zásadní související stresory (Bernardo et al. 2018, Pavloušek 2019, Songy et al. 2019).

Cramer et al. (2011) uvádí vyšší závažnost působících a biotických stresů během letní sezóny. Kombinace různých faktorů, působících na révu vinnou, je často označována termínem „summer stress“ neboli „letní stres“. Jedná se o kombinace různých a biotických stresů – vodní deficit, vysoké sluneční záření a vysoká teplota (Bernardo et al. 2018, Pavloušek 2019).

V průběhu vegetace může vysoká teplota a sluneční záření způsobit mnoho škod. Mezi ně můžeme zařadit sluneční úžeh nebo spálu, popálení listů, předčasné stárnutí, omezený růst letorostů, poškození plodů a celkově snížený výnos. Réva vinná je charakteristická svým silným kořenovým systémem, prorůstajícím do velké hloubky. Správným výběrem sponu při výsadbě a agrotechniky v průběhu vegetace můžeme ovlivnit kořenový systém a jeho strukturu. Správně pěstované sadby vykazují přirozenou a vysokou odolnost vůči vysokým teplotám i suchu. Nejnáchylnější na škody způsobené nedostatkem vláhy jsou nově vysazované vinice (Bernardo et al. 2018, Pavloušek 2019).

Mnoho biochemických drah révy vinné je citlivých na světlo i teplotu. Proto je vztah mezi expozicí slunečního záření a teplotou hroznů důležitý pro vnímání metabolismu révy

vinné. Ve většině studií byla popsána teplota hroznů a okolí v závislosti na sluneční expozici. Zastíněné bobule měly vyšší teplotu pouze o 2,4 °C, zatímco u hroznů vystavených slunci byla teplota vyšší a ž o 12,4 °C. Jiná studie popisovala nejen rozdíl denních teplot, ale také nočních. Hrozny vystavené slunci měly teplotu v průběhu dne vyšší a v noci zase nižší oproti bobulím ve stínu. Dalším souvisejícím faktorem je zvýšené záření, zejména typ UV-B, které má pozitivní vliv na fenolické látky ve slupce. Pravděpodobně také ovlivňuje aroma hroznů, a tedy později i jakost vín (van Leeuwen et al. 2017, Bernardo et al. 2018).

3.5 Vodní deficit a jeho vliv na révu vinnou

Hlavní účinky vodního deficitu na růst a vývoj rostlin jsou poruchy vodního vztahu a změněná efektivita využití vody v důsledku nedostatku podzemní a atmosférické vody. Velký dopad je zejména na relativní obsah vody, vodní potenciál listů, osmotický potenciál, tlakový potenciál a rychlost transpirace (Kolenc et al. 2016).

Nejčastější reakcí na vodní deficit je zastavení růstu. Rostliny vyvinuly různé adaptivní reakce k udržení růstu a k minimalizaci účinků stresu. Na stres způsobený suchem reagují řadou fyziologických, buněčných a molekulárních reakcí, které se projevují přiměřenou tolerancí vůči působícímu stresovému faktoru. Sucho také často způsobuje vadnutí a žloutnutí listů (Dayer et al. 2020, Jiao et al. 2023).

Výkonnost révy vinné a kvalita bobulí závisí na adaptabilitě révy na sucho. Deficit vody nemá výlučně negativní účinky. Regulovaný vodní deficit, který je základem různých agronomických postupů, se do značné míry používá k vyrovnání vegetativního a reprodukčního růstu révy vinné s cílem kontrolovat kvalitu bobulí (Ferradino & Lovisolo 2014).

Průměrný nedostatek vody může snížit jak vitalitu výhonků, tak velikost bobulí a následně zvýšit poměr mezi povrchem slupky a hmotností bobulí (Castellarin et al. 2007, Bernardo et al. 2018, Dayer et al. 2020).

Dále je známo, že mírný nedostatek vody způsobuje embolii ve vrcholu xylémového výhonku, což může mít pozitivní vliv na vývoj a složení bobulí. Deficit vody obecně ovlivňuje kvalitu vína, zejména při výrobě červeného vína. Očekávaný je zpomalený růst výhonků a zmenšení velikosti bobulí. Bobule dozrávají dříve, mají nižší obsah kyselin (zejména kyseliny jablečné) a více fenolických látek ve slupce (antokyany a taniny). Uvedená zjištění naznačují, že réva vystavená mírnému deficitu vody může mít vyšší kvalitu moštu a následně i vína (Castellarin et al. 2007, Chaves et al. 2010, Bernardo et al. 2018).

Vliv vodního deficitu na obsah cukru v bobulích závisí na jeho intenzitě. Pokud je nedostatek vody vážný, obsah cukru v bobulích může být snížen kvůli nedostatečné fotosyntéze. Pokud je deficit vody mírný, obsah cukru se v bobulích zvýší (van Leeuwen 2017).

Při mírném a až středním nedostatku vody je jednou z časných reakcí rostlin uzavírání průduchů. Jejich uzavřením se omezí ztráty vody a asimilace uhlíku. V raných stádiích odpovědi na vodní deficit mohou být přítomny i přímé účinky na metabolismus fotosyntézy a expresi velkého množství genů. Při dlouhodobém nedostatku vody dochází k a klimatickým reakcím, včetně reakcí souvisejících s inhibicí růstu a osmoregulací (Chaves et al. 2010).

Jiao et al. (2023) shrnuli několik reakcí rostlin na působící sucho u révy vinné. Rostliny reagovaly zejména uzavřením průduchů a akumulací kompatibilních solutů, a by si udržely nižší vodní potenciál. Při působení stresu během růstu rostlin se výrazně snižuje obsah chlorofylu. Stres ze sucha navíc přímo ovlivňuje rychlost fotosyntézy a výměnu listového plynu, což souvisí s brzděním růstu rostlin. Stres ze sucha často podporuje produkci intracelulárních reaktivních forem kyslíku, což by mohlo vést k peroxidaci membránových lipidů, bělení chlorofylu, dysfunkci enzymů a oxidaci a agregaci proteinů. V reakci na sucho a kumulují rostliny kyselinu abscisovou (ABA). Regulují tím reakce na dehydrataci a optimalizují spotřebu vody. Navíc ABA řídí rozmanitou škálu buněčných a molekulárních procesů a hraje kritickou roli v genové regulaci, uzavírání průduchů, zrání semen a dormanci po stresu z vodního deficitu.

Regulace otevírání a zavírání průduchů je jedním z klíčových mechanismů umožňujících rostlinám upravovat poměr mezi optimalizací asimilace CO₂ a ztrátě vody odpařováním. V podmínkách omezení půdní vody nebo za vysokých atmosférických požadavků na vypařování umožňuje částečné nebo úplné uzavření průduchů rostlinám udržovat příznivou vodní bilanci a zároveň omezovat zisk uhlíku. Otevření průduchů reaguje na několik environmentálních a fyziologických faktorů. Mezi ně patří světlo, koncentrace oxidu uhličitého, deficit tlaku par mezi listem a vzduchem, stav vody v listech a ABA (Tombesi et al. 2015, Kolenc et al. 2016).

Úspora vody při suchu je zajištěna uzávěrem průduchů. Hlavním chemickým signálem pro uzavření (a následné snížení transpirace) je ABA, která je transportována z kořenů přes xylém do listů rostlin. Uzavírání průduchů a pokles jejich vodivosti jsou považovány za hlavní příčiny snížené fotosyntézy v období mírného vodního stresu. Jedná o jeden z mechanismů prevence dehydratace pomocí snížení transpirace (Hejnák et al. 2015).

Produkce ABA dává révě signál k zastavení fyziologických procesů, dokud nedojde ke zlepšení podmínek (Retallack 2012). Tombesi et al. (2015) vyhodnocovali vliv aktivních

(zprostředkovaná ABA) a pasivních (hydraulických) mechanismů na uzavírání průduchů u rostlin *Vitis vinifera* pod stresovým faktorem. Výměna plynů se během sucha progresivně snižovala na nulu a ztráta hydraulické vodivosti v řapících vyvolaná embolií dosáhla vrcholu 50 % v souladu se silným denním omezením vodivosti průduchů. Koncentrace ABA v listech se významně zvýšila a ž poté, co došlo k úplnému uzavření stomatu. Data studie naznačují, že stomatální vodivost révy je primárně regulována pasivními hydraulickými mechanismy. ABA zjevně dlouhodobě omezuje výměnu plynů a také zabraňuje obnovení průduchů po opětovném zavlažování. Uvedená fakta poukazují na existenci mechanismu dlouhodobé snížené regulace transpirace. Cílem celého mechanismu je snaha o uchování vody při opakovaném suchu nebo v podmínkách s kolísající dostupností vody.

3.6 Omezení dopadu deficitu vody na révu vinnou

Většina studií a biotického stresu je prováděna za kontrolovaných podmínek v laboratoři a neodráží skutečné podmínky, vyskytující se na poli. Mittler et al. (2005) zmiňují existenci značného rozdílu mezi znalostmi získanými studii a znalostmi potřebnými pro vývoj rostlin a plodin se zvýšenou tolerancí v polních podmínkách. Uvedenou skutečnost může vysvětlovat, proč některé z transgenních rostlin vyvinutých v laboratoři se zvýšenou tolerancí vůči určitému biotickému nebo abiotickému stresu při testování v terénu nevykazovaly zvýšenou toleranci. Je třeba se zaměřit na molekulární, fyziologické a metabolické aspekty kombinace stresu. Tím by se usnadnil vývoj plodin a rostlin se zvýšenou tolerancí vůči stresovým podmínkám.

Klimatické projekce předpovídají posuny v období zrání hroznů. Vinaři budou mít snahu oddálit růstový cyklus révy. V různých vinařských regionech to bude vyžadovat vysoce modifikovaný přístup k vinohradnictví prostřednictvím implementace strategií pro oddálení zralosti spíše než technik pro její zlepšení. Vývoj vinařských technik aplikovaných po celém světě umožnil vinařům zaměřit se na další aspekty adaptace révy na měnící se prostředí. Adaptační strategie zahrnují veškerý soubor akcí a procesů, které lze provést v reakci na změnu klimatu (Hannah et al. 2013, Bernardo et al. 2018).

Krátkodobými a dlouhodobými adaptačními strategiemi lze dosáhnout odolnosti révy vinné vůči klimatickým změnám. Krátkodobá opatření mohou být zaměřena na konkrétní hrozby, s cílem optimalizovat vývoj a růst révy vinné. Dlouhodobě se lze věnovat strategickým reakcím rostlin, které umožní přijmout opatření před dosažením kritických prahových hodnot a biotických stresorů (Bernardo et al. 2018).

Dlouhodobá opatření spoléhají na strategickou odezvu. Zahrnují genetické vylepšení či výběr vhodných podnoží. Dalšími způsoby jsou změny v a lokaci odrůd a půdy, přesun na chladnější místa s nižší sluneční expozicí nebo do vyšších nadmořských výšek (Fraga et al. 2015, Bernardo et al. 2018).

Pokroky ve stávajících adaptačních strategiích jsou zásadní pro zachování udržitelnosti a regionální identity vína v měnícím se klimatu. Racionální a cílené hospodaření s vinnou révou může zmírnit letní stresové reakce révy vinné a zlepšit odolnost agro-ekosystémů v drsných podmínkách (Bernardo et al. 2018).

Medrano et al. (2015) ve své studii uvádí několik možností pro zlepšení využívání vody pomocí agronomických postupů. Jedná se o:

1. Efektivitu využití vody pomocí aplikace mulčovacích a krycích plodin.
2. Zápoj keřového patra.
3. Zavlažovací strategie.

Hospodaření s vodou uloženou v půdě v důsledku a kumulace dešťových srážek je zásadní pro snížení požadavků na zavlažování rostlin. Způsoby zvýšení celkové dostupnosti vody pro rostliny mohou souviset se zlepšenou schopností půdy ukládat vodu. Zlepšení fyzikální a chemické struktury a vlastností půdy lze dosáhnout například přidáním organické hmoty. Mulčováním se sníží přímý výpar vody z půdy a zvýší se dostupnost vody pro rostliny s hlubšími a rozsáhlejšími kořenovými systémy (Nguyen et al. 2013, Medrano et al. 2015).

Organické mulčování je široce udržitelný agronomický postup. Používá se k prevenci eroze půdy a zlepšení obecných vlastností půdy. Slámový mulč je snadno dostupný a relativně levný materiál, stejně jako rostlinné zbytky nebo kompost z odpadních produktů, který lze použít i jako mulčovací materiál. Kromě odpadních produktů jiného původu lze do mulčů zpracovávat také odpady z vinic a vinařství (Medrano et al. 2015).

Zápoj je rozšířenou a důležitou agronomickou technikou, která se používá ve vinařství k regulaci mikroprostředí, výnosu a kvality plodů. Používá se k manipulaci s faktory mikroklimatu jako je intenzita světla a teplota. Obojí pozitivně koreluje s tvorbou květenství koncem jara. Plodnost pupenů může být zlepšena světlem v důsledku vlivu na fotosyntézu a následnou dostupnost sacharidů nebo jeho přímým vlivem na samotný pupen (Medrano et al. 2015, Collins et al. 2020).

Ve Středomoří se vinná réva pěstuje zejména za využití přirozených vodních srážek. V posledních letech si častější epizody stresu ze sucha vyžádaly využívání závlah. Cílem bylo zajistit pravidelnější a předvídatelnější výnosy (Medrano et al. 2015).

Chaves et al. (2010) upozorňují na dvě hlediska, která je potřeba brát při zavlažování v úvahu:

1. Požadavky na vodu jsou obvykle vysoké v polosuchých oblastech, což potenciálně ohrožuje vodní zdroje a udržitelnost zemědělských postupů.
2. Zvýšení výnosů je běžně spojeno se sníženou kvalitou hroznů. Kvalita hroznů obvykle klesá při nerovnováze mezi reprodukčními a vegetativními orgány.

Fernandes-Silva et al. (2019) uvádí, že v posledních desetiletích ukázal rozsáhlý výzkum ovocných plodin pozitivní reakce na podmínky mírného vodního deficitu vyvolané strategiemi deficitního zavlažování. Podle této agronomické praxe je množství aplikované vody snižováno na hodnotu pod maximálními požadavky zavlažování. Rozvíjí se tak mírný deficit vody s minimálními účinky na výnos.

Medrano et al. (2015) popisují návrhy různých způsobů pro stanovení režimů a načasování zavlažování k zajištění optimálního výnosu a kvality. Důležitým bodem je udržitelnější využívání vodních zdrojů. Zmíněné problémy vedou k vývoji různých strategií zavlažování, díky nimž vinná réva dostává určitý zlomek požadované vody. To umožňuje udržení révy vinné v podmínkách mírného nebo velkého nedostatku vody s účinky na snížení výnosu, kvalitu bobulí a zlepšení účinnosti využití vody (Costa et al. 2007, Flexas et al. 2010).

Galindo et al. (2018) uvádí tři hlavní strategie řízeného zavlažování. Jedná se o trvalé deficitní zavlažování (SDI), při kterém je závlahová voda používána kdykoli během sezóny pod úrovní potřeby evapotranspirace plodiny. Další dvě jsou založené na fyziologických aspektech reakce rostlin na vodní deficit – regulované deficitní zavlažování (RDI) a částečné sušení kořenové zóny (PRD).

SDI je založeno na myšlence rovnoměrně rozdělit vodní deficit během celé sezóny rostlin. Zabráni se tak výskytu vážného deficitu vody rostlin v jakékoli fázi plodiny, která by mohla ovlivnit prodejný výnos nebo kvalitu plodů. Při aplikaci strategie RDI se zajišťuje zavlažování během fenologických fází citlivých na sucho. Při alespoň mírných zásobách vody z dešťových srážek v období nekritických fenofází je dodatečné zavlažování omezeno nebo úplně přerušeno (Galindo et al. 2018).

Strategie částečného vysušování kořenů (PRD) je založena na myšlence, že kořeny vnímají vysychání půdy. Vysychání spouští syntézu kyseliny abscisové, která snižuje expanzi listů a průduchovou vodivost (Liu et al. 2006, Ahmadi et al. 2010).

Technika zavlažování s regulovaným deficitem může být použita k dosažení různých cílů v jednotlivých fenologických fázích, tj. ke snížení intenzity buněčného dělení bobulí, velikosti bobulí nebo k vyvolání a kumulace antokyanů. Zmíněné strategie zavlažování

vyžadují informace ze životního prostředí, a by byla udržena přiměřená regulace vody. Nadměrná redukce aplikace vody může mít za následek vážné ztráty na výnosu a kvalitě. Přehnané zavlažování potlačuje výhody použití této strategie (McCarthy et al. 2000, Jones et al. 2004, Dry et al. 2016).

Fernandes-Silva et al. (2019) shrnuli závěry několika studií, které prokázaly vhodnost deficitního zavlažování pro regiony s nedostatkem vody. Důležitým cílem výzkumů bylo také zlepšení indexu produktivity vody (WP). Jedná se o poměr výnosu a obchodovatelného produktu či výnosu a čistého příjmu. Plánování deficitní závlahy vyžaduje znalost vodní kapacity půdy, skutečných požadavků rostlin na vodu, vztahů rostlin k vodě a citlivosti rostlin na stres podle jejich fenologických stádií.

Další možností adaptace na sucho je roubování. Velmi stará metoda je široce využívána v moderní produkci mnoha zahradnických rostlin pro různé účely, např. klonální množení, odolnost vůči patogenům, odolnost vůči a biotickým stresorům, případně zlepšení výnosu a kvality plodin (Jiao et al. 2023).

Volba adekvátního rostlinného materiálu je bezesporu nejmocnějším nástrojem, jak přizpůsobit produkci vína zvýšenému suchu. Podnože jsou velmi variabilní ve své adaptaci na podmínky vodního deficitu. Za vysoce odolné se považují 110 Richter a 140 Ruggeri. 110 Richter zároveň podporuje potenciál kvality hroznů (van Leeuwen et al. 2017).

Schultz (2003) uvedl rozdíly v odolnosti vůči suchu mezi odrůdami révy vinné. Středomořské odrůdy jsou obecně dobře přizpůsobeny suchu. Z atlantických odrůd je Cabernet 'Sauvignon' odolnější vůči suchu oproti odrůdě Merlot. Van Leeuwen et al. (2017) ve své studii uvádí, že odolnost odrůd *Vitis vinifera* vůči suchu vyžaduje další výzkum.

Při roubování révy vinné se vybírají podnože pro ovlivnění růstu roubů, složení plodů a odolnosti vůči suchu. Některé podnože mohou zvýšit vegetativní a reprodukční růst. Například větší listová plocha a vyšší výnosy byly pozorovány při naroubování *Vitis vinifera* L. na podnož 41 B. Výběr podnože také zvyšuje toleranci, zejména proti suchu a zlepšuje efektivitu využívání vody. U révy vinné by podnože odolné vůči suchu mohly snížit účinek omezení vody zlepšením příjmu a transportu vody a řízením transpirace (Corso & Bonghi 2014, Jiao et al. 2023). Výzkum Kondouras et al. (2008) ukázal, že SO4 (*Vitis berlandieri* × *Vitis riparia*) si ve srovnání s Cabernet 'Sauvignon' naroubovaným na 1103 Paulsen udržoval vyšší vodní potenciál kmene a čistou míru asimilace CO₂.

Množství studií, např. Zhang et al. (2016), Jiao et al. (2023) zkoumalo schopnost podnoží ovlivňovat hydraulické a hormonální signální dráhy. Studie prokázaly, že odolnost vůči suchu se mezi genotypy podnoží liší. Například 1103 Paulsen, 140 Ruggeri, Kober 5BB

a Richter 110 vykazovaly vyšší toleranci vůči suchu ve srovnání s 101–14 a Schwarzmannem. Z uvedených informací vyplývá, že vliv podnoží a jejich využití jsou považovány za důležité způsoby zlepšení odolnosti révy vinné vůči nedostatku vody.

4 Metodika

Pokusy uvedené v diplomové práci se uskutečnily na Demonstrační a výzkumné stanici katedry zahradnictví v Praze-Troji. Do pokusu byly zařazeny 4 odrůdy: ‘Ryzlink rýnský’, ‘Chardonnay’, ‘Sauvignon’ a ‘Rulandské modré’ na 5 podnožích: Kober 125 AA, Kober 5 BB, SO4, Fercal a 110 Richter ve sponu 1,8 x 0,75 m s využitím Rýnsko-hesenského vedení. V diplomové práci se nevyskytují všechny kombinace odrůd a podnoží z důvodu nedostatku rostlinného materiálu v době zakládání pokusu.

4.1 Založení pokusu

Rostliny révy vinné byly pěstovány pod foliovým krytem v PE pytlích se substrátem o objemu 45 l. Substrát značky Profi RS II obsahoval 70 % rašeliny bílé, 30 % rašeliny černé, Florisol, Micromax a hnojivo Multicote s výživou na 6 měsíců. Pokus byl založen na jaře roku 2022. Vysazeno bylo 195 sazenic révy vinné. V roce 2023 byla jednou aplikována hnojiva na list (20. 7. 2023). Hnojivo obsahovalo optimální poměr jednotlivých živin NPK (+MgO) 16–5–20 (+4). Aplikace proběhla v koncentraci 70 g na 10 litrů vody. Celková dávka na fóliovník byla 12 litrů. Ochrana proti chorobám či škůdcům nebyla aplikována.

Každý pytel měl zavedenou kapkovou závlahu využitou od 28. 6. do 22. 9. 2023. Schéma pokusu zahrnovalo 3 varianty. Pokus se skládal z kontrolní skupiny rostlin a dvou variant vláhového deficitu. Kontrolní rostliny (K) byly zavlažovány 1x za 7 dní dávkou 1 l. První stresová varianta (Z2) byla zavlažována shodnou dávkou 1x za 14 dní. Rostliny z druhé stresové varianty (Z3) byly taktéž zavlažovány dávkou 1 l, ale pouze 1x za 28 dní.

4.2 Rostlinný materiál

4.2.1 Odrůdy

‘Ryzlink rýnský‘

‘Ryzlink rýnský‘ pochází z Porýní. Vznikl pravděpodobně křížením odrůd ‘Tramín‘ x ‘Heunisch‘. Není rozšířen celosvětově, pěstuje se primárně v Německu, Rakousku, Alasce a České republice. Odrůda má střední a ž bujný růst a jeho dřevo vyžívá brzy. Vyznačuje se vysokou odolností proti mrazu a dobrou vůči chorobám. Hrozen je malý a ž střední, obsahuje kulaté žlutozelené bobule, které mají pevnou slupku. Nároky na stanoviště jsou vysoké. Nejlépe odrůda prosperuje na kamenitých, skeletových půdách. Pokud je příznivý podzim, vyskytuje se na plně vyvrálených bobulích ušlechtilá plíseň, díky níž stoupá cukernatost bobulí. Zraje pozdě ve 2. a ž 3. dekádě října. Má vysoký obsah kyselin a cukernatost se pohybuje mezi 8-13° NM. Mezi odrůdami je ‘Ryzlink rýnský‘ nazýván králem pro výrobu bílého vína. Buket obsahuje broskev, jablko, grapefruit, květy růží, med, lipový květ a čerstvou trávu (Fischer 2007, Pavloušek & Lampíř 2016, Zapletal 2024).



Obrázek 10 ‘Ryzlink rýnský‘
Zdroj: Vinotéka Vinovin

‘Chardonnay‘

Nejnámější vinice odrůdy ‘Chardonnay‘ jsou v Burgundsku, odkud také pochází. V České republice se intenzivně rozšívuje v nových výsadbách. Odrůda vznikla samovolným křížením (‘Pinot noir‘ x ‘Heunisch‘). Ve francouzské oblasti Chablis roste na těžkých vápenitých jílech. V Champagne roste na křídových půdách. Zde se pěstují zejména hrozny využívané pro základ šampaňských vín. Odrůda má střední nároky na stanoviště. Obecně jsou vhodné zejména vápenité půdy. Hrozen je malý a ž střední. Zraje koncem září a ž začátkem října. Má vysoký obsah kyselin a cukernatost 7-11° NM. Z ‘Chardonnay‘ se vyrábí vína suchá se silnou kyselinou, svěží, ovocná, mající stálý charakter. Buket mladého vína představuje

zelená jablka, při zrání se objevuje vůně akátu, hrušek, grapefruitů a medu (Fischer 2007, Pavloušek & Lampír 2016, Vorbis.companý 2024).



Obrázek 11 'Chardonnay'
Zdroj: Vinotéka Vínovín
'Sauvignon'

Francouzská odrůda, vzniklá nahodilým křížením 'Chenin blanc' x 'Tramín'. Malé, husté hrozny se silnější slupkou jsou složeny z drobných zelenožlutých bobulí. Odrůda zraje středně pozdně – koncem září a ž počátkem října. Odolnost vůči mrazu a houbovým chorobám je nízká. Pěstuje se v polohách s chudými, štěrkovými půdami. Při výrobě vznikají charakteristická suchá bílá vína se silným aroma a velmi osvěžujícím tónem připomínající zelené ovoce. Ovocný charakter lze zesílit uložením vína do dřevěných barrique sudů. V aroma lze rozeznat citron, rybíz, kopřivy a nádech chřestu. Na jižní polokouli v teplejších oblastech získává víno slabší vůně ovoce a koření. Cukernatost se pohybuje mezi 8 a 12° NM (Fischer 2007, Pavloušek & Lampír 2016).



Obrázek 12 'Sauvignon'
Zdroj: Vinotéka Vínovín

‘Rulandské modré‘

Modrá odrůda pochází z francouzské oblasti Burgundsko. Pod názvem Pinot noir je rozšířena po celém světě. Jedná se o jednu z nejstarších kultivovaných rév vzniklých křížením Mlynářky a Tramínu. Na hlinitých půdách dozrávají hrozny, ze kterých se vyrábí plná vína. Hrozen odrůdy je malý s malými bobulemi a tenkou slupkou. Odolnost mrazu je dobrá, proti chorobám střední. Dozrívá pozdně, ve 3. dekádě září a ž 2. dekádě října. Odrůda má vysoké nároky na polohu vinohradu a techniku sklepů. Teplejší pěstitelské oblasti jsou méně vhodné. Více vyhovující je mírné klima. Z bobulí Pinot noir se vyrábí vína tmavé burgundské rudé barvy. V buketu se skrývají tóny ostružin. Obsah cukrů je v rozmezí 8-10° NM a kyseliny jsou vysoké (Fischer 2007, Pavloušek & Burešová 2015).



Obrázek 13 ‘Rulandské modré’
Zdroj: Vinotéka Vínovín

4.2.2 Podnože

Kober 125 AA

Podnož Kober 125 AA podporuje střední růst naštěpovaných odrůd. Listy jsou velké, tmavozelené, s růžovým okrajem a otevřeným řapíkovým sinem tvaru U. Žilky a spodní strany listů mají antokyanové zbarvení. Polohluboký kořenový systém intenzivně prokořeňuje. Podnož se hodí téměř do všech půd, kromě velmi chudých na živiny. Odrůdám poskytuje dostatečnou výživu, pouze hořčik z půdy vstřebává špatně. Výhodou je, že téměř nedochází ke sprchávání odrůd. Při vysazení do hlubokých půd odolává i velkému suchu. Štěpům dodává vysokou vitalitu. Odolnost vůči chloróze železa je považována za nízkou a ž střední. Na dřevnatých výhonech lze pozorovat hnědá nebo hnědo-šedá internodia, nafialovělé uzly a vysokou hustotu chlupů na internodiích a nodech. Na podnoži vyrůstají kulaté malé bobule

s modročernou slupkou. Podnož Kober 125 AA špatně snáší nadměrnou jarní vlhkost. Na podnoži vyrůstají pouze samičí květy (Kraus 2012, Boisselet 2022).

Kober 5 BB

Podnož Kober 5 BB i na ni naštěpované odrůdy mají bujný růst. Mladé listy jsou zelené, lehce bronzové. Dospělý list je pevný, velký, tuhý. Řapík má se žilnatinou červenou barvu. Réví je hladké, kaštanově hnědé, převažují samičí květy. Kober 5 BB dobře zakořeňuje a kořenový systém je polohluboký. Podnož je nenáročná na půdu. Využívá se pro slabě rostoucí, sprchavé i plodné odrůdy. Typický je zvýšený úhyn keřů. Vadnutí třapiny značí nedostatek hořčíku, který je přijímán z půdy jen v malém množství. Zrání hroznů je zpomalené a dosahují nižší cukernatosti (Kraus 2012, Boisselet 2022).

SO4

Růst podnože je středně bujný a ž bujný. List je středně velký, úponky se rozvětvují do třech částí, kvítky jsou samčí. SO4 intenzivně prokořeňuje do střední hloubky. Na suchých a chudých půdách slábne růst podnože, proto tyto druhy půd nejsou vhodné. Z důvodu odběru nedostatku hořčíku získávaného z půdy není podnož vhodná pro odrůdy trpící na vadnutí třapiny. Pozitivními vlastnostmi jsou rychlejší zrání hroznů, zlepšený odkvět odrůd náchylných na sprchávání. Na podnoži SO4 se vytváří husté hrozny (Kraus 2012, PlantGrape 2023).

Fercal

Na základě genetických analýz uskutečněných v Montpellier je tato podnož výsledkem křížení *Berlandieri Colombard číslo 1 B a 31 Richter*. Jedná se o podnož nejodolnější vůči vysokému obsahu vápna, je středně odolná suchu. Nevhodné půdy jsou mělké, suché, vápenité. Vyšší dávky draslíku potlačují příjem hořčíku. Podnož urychluje zrání hroznů. Mladé listy jsou vysoce porostlé chlupy. Dospělé listy mají klínovitý nebo ledvinovitý tvar. Podnož se vyznačuje samičími květy. Po odkvetu vyzrávají malé kulaté bobule s modro černou slupkou (Kraus 2012, PlantGrape 2023).

110 Richter

Podnož 110 Richter je výsledkem křížení *Vitis berlandieri, Rösséguiet n°2 a Vitis rupestris* Martin. Špička mladého výhonku je napůl otevřená a má nízkou hustotu ochlupení. Mladé listy jsou lesklé a načervenalé. Letorosty nemají vztyčené a prorostlé chlupy. Vyznačují se žebrovaným obrysem, kruhovým nebo mírně eliptickým průřezem, rýhovaným povrchem

a silně antokyanovým zbarvením. U dospělých listů je viditelné výrazné antokyanové zbarvení žilek. Listová čepel je mírně puchýrnatá, na spodní straně nejsou téměř žádné chloupky. Na podnoži rozkvétají pouze samčí květy (Kraus 2012, PlantGrape 2023).

4.3 Měření fyziologických charakteristik

V průběhu realizace výzkumu se uskutečnily 4 termíny měření fyziologických charakteristik: začátek a konec kvetení; po zelených pracích a v době nalévání bobulí.

4.3.1 Osmotický potenciál

Vodní potenciál je základní pojem vodního režimu. Popisuje stav vody v rostlinách, jejích částech nebo nejbližším okolí. Je charakterizován jako rozdíl mezi potenciálem vody v určité soustavě a čistou vodou. Složkami vodního potenciálu jsou osmotický potenciál (koncentrační), tlakový a gravitační potenciál. Osmotický potenciál je záporné číslo osmotického tlaku (Ehlers & Goss 2016).

V rámci diplomové práce byl osmotický potenciál měřen u jednotlivě odebraných vzorků pomocí přístroje WP4C. WP4C používá k měření potenciálu techniku rosného bodu chlazeného zrcadla. Přístroj obsahuje komoru s nádobou, do které se ukládá zkoumaný vzorek. Nádobka je utěsněna proti bloku senzoru, který obsahuje vnitřní ventilátor, senzor rosného bodu, teplotní senzor a infračervený teploměr. Všechna příslušenství slouží k detekci míry kondenzace na zrcadle. V bodě kondenzace se teplota zaznamenává pomocí termočládku připojeného k zrcadlu. Vodní potenciál vzorku se vypočítává pomocí headspace (tlak prostoru) a hodnot tlaku nasycených par. Rovnováha nastává pokud je vodní potenciál vzduchu v komoře roven vodnímu potenciálu vzorku (Haghverdi et al. 2020).

4.3.2 Fluorescence

Pro hodnocení parametrů fluorescence chlorofylu (F_v / F_m , F_v / F_0) byly použity nedestruktivní metody. Měření probíhalo pomocí přenosného fluorometru OS5p+. Ke změření parametrů se využívalo zatemňování měřeného místa, které zajišťovaly plastové klipsy (Sergejeva et al 2019). Doba zatemnění byla vždy 20 minut.

Principem fluorometru je pulsní amplitudová modulace. Má dvě hlavní části – programovanou konzoli s LCD displejem a měřicí přístroj. Měřicí přístroj vyvolává odlišné druhy záření – slabé modulované, saturační a aktinické (Opti-Science 2023). Po stanovené době zatemnění listů dochází k otevření neboli reoxidaci reakčních center fotosystému II (PSII).

Následně byly listy ozářeny pomocí modulovaného záření. V rámci ozáření se měřil minimální výtěžek fluorescence (F0). Hodnota F0 je nezávislá na aktivitě fotosyntézy a jedná se o konstantní číslo. Následovalo využití saturačního světla způsobující opětovnou redukci (uzavření) elektronových akceptorů PSII. Saturačním světlem dochází také ke vzrůstu fluorescence chlorofylu. V tomto okamžiku byla měřena maximální fluorescence v temnostně adaptovaném stavu (Fm). Maximální výtěžek variability fluorescence chlorofylu (Fv) je roven rozdílu Fm a F0. Pomocí hodnot Fm, F0, Fv bylo následně možné vypočítat maximální kvantový výtěžek fluorescence stanovený poměrem Fv/Fm a potenciální účinnost fluorescence jako poměr Fv/F0 (Roháček & Barták 1999, Holá et al. 2010).

Každá varianta pokusu zahrnovala 15 měření při 3 opakováních

4.3.3 Rychlost výměny plynů

Nedestruktivní metodou s infračerveným analyzátozem plynů LCpro+ byla naměřena rychlost výměny vzduchu. Jedná se o přenosný gazometrický přístroj, měřící transpiraci, stomatální vodivost a výkon čisté fotosyntézy. Dalšími možnostmi, které přístroj nabízí je měření teploty vzduchu nebo listu, atmosférického tlaku a intenzity osvětlení. LCpro+ je složen z hlavní části, kterou je programovatelná konzole s displejem a z měřící hlavice. Na hlavici se nachází listová komora s možným nastavením PAR světla ($0-2000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) a s regulací teploty od okolí v rozmezí $\pm 14 \text{ }^\circ\text{C}$. V měřící komoře byla nastavena teplota na $25 \text{ }^\circ\text{C}$ a intenzita ozáření byla $650 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Holá et al. 2010, ADC BioScientific 2013).

4.3.4 Fotosyntetické pigmenty

Množství obsažených pigmentů bylo stanoveno z louhovaného roztoku dle Porry et al. (1989). Při každém odběru listů z nich byly vyříznuty plochy o rozměru 1 cm^2 . Listové části se vkládaly do 1 ml dimethylformamidu. V průběhu následujících 24 hodin byly pigmenty extrahovány v chladu, temnu a s občasným promícháním. Následující den byl roztok s pigmenty spektrofotometricky vyhodnocován přístrojem UV-Vis Evolution 2000. K měření byly využity vlnové délky 480; 648,8; 663,8 a 710 nm.

Rovnice pro výpočet chlorofylu a : $\text{Chl a} = 12,0 * A_{663,8} - 3,11 * A_{646,8}$

Rovnice pro výpočet chlorofylu b: $\text{Chl b} = 20,78 * A_{646,8} - 4,88 * A_{663,8}$

Rovnice pro výpočet celkového chlorofylu: $\text{Chl a} + \text{b} = 7,12 * A_{663,8} + 17,67 * A_{646,8}$

Rovnice pro výpočet karotenoidů: $\text{Carx} + \text{c} = (1000 * A_{480} - 1,12 * \text{Chl a} - 34,07 * \text{Chl b}) / 245$

4.4 Vyhodnocení výsledků

Po provedených měřeních byla vypracována statistická analýza rozptylu (vícefaktorová ANOVA). Naměřená data byla vyhodnocována v programu STATISTICA. Hladina významnosti byla stanovena na $\alpha = 0,05$. Počet opakování u obsahu pigmentů byl 2, u vodního potenciálu 3, u fotosyntézy proběhlo 10 opakování a u fluorescence 5.

5 Výsledky

U vybraných odrůd révy vinné rostoucích na odlišných podnožích byl sledován rozdílného závlahového režimu na obsah fotosynteticky aktivních pigmentů, rychlost výměny plynů, fluorescenci chlorofylů a vodní potenciál.

5.1 Pigmenty

5.1.1 Chlorofyl

Tabulka 1 uvádí hodnoty obsahu chlorofylu testovaných odrůd a podnoží v závislosti na variantě pokusu a termínu odběru.

Odrůda ‘Chardonnay’ rostoucí na 4 podnožích měla u prvního odběru nejvyšší hodnotu u kontrolní varianty na podnoži 5 BB (39,94 nM/cm²). Ve druhém odběru byl zaznamenán pokles hodnot obsahu chlorofylu. Nejvyšší hodnota byla u podnože 125 AA varianty K (25,63 nM/cm²). Nejvyšší obsah chlorofylů byl ve 3. termínu u kontrolních rostlin na podnoži 125 AA (24,45 nM/cm²). Ve čtvrtém odběru byla nejvyšší hodnota chlorofylu u varianty Z2 na podnoži 110 Richter (23,12 nM/cm²). Naopak nejnižší byla u kontrolní varianty ‘Chardonnay’ na podnoži SO4 (13,17 nM/cm²). Při hodnocení vlivu podnože nebyl mezi podnožemi 110 Richter, 125 AA, 5 BB a SO4 nalezeny průkazné difference.

Odrůda ‘Rulandské modré’ byla naroubována na 2 podnožích. Při prvním odběru byla nejvyšší hodnota u rostlin varianty Z2 s podnoží 5BB (41,18 nM/cm²). V rámci následujících odběrů se obsah chlorofylů snižoval. Nejvyšší hodnota se u rostlin rostoucích na podnoži 5BB u varianty Z3 průkazně snížila na hodnotu 23,91 nM/cm². Hodnoty ve třetím a čtvrtém odběru mírně kolísaly. Při hodnocení vlivu podnože nelze jednoznačně určit její vliv, neboť mezi podnožemi nebyly nalezeny průkazné difference.

Obsah chlorofylů v listech odrůdy ‘Ryzlink rýnský’ byl nejvyšší u podnože 125 AA varianty Z2 – 1. odběr (42 nM/cm²). V případě druhého odběru bylo u všech variant a podnoží zaznamenáno snížení obsahu chlorofylů, přičemž nejvyšší hodnota byla naměřena u podnože 5 BB varianty Z3 (16,22 nM/cm²). Naopak nejnižší naměřená hodnota byla zjištěna u kontrolních rostlin na podnoži SO4 (10,63 nM/cm²). Ke konci pokusu se obsah chlorofylů zvyšoval, naměřený interval hodnot ve čtvrtém odběru byl 7,19 nM/cm² (u podnože SO4, Z3) až 20,88 nM/cm² (podnož SO4, Z2). Při porovnání podnoží k hodnocení jejich vlivu na obsah chlorofylu byla nejvyšší hodnota u podnože 125 AA (42 nM/cm²), naopak nejnižší u podnože SO4 (7,19 nM/cm²).

Odrůda 'Sauvignon' rostoucí na 4 podnožích měla při prvním odběru nejvyšší hodnotu u rostliny varianty Z3 s podnoží Fercal (40,26 nM/cm²) a nejnižší u kontrolních rostlin na podnoží 110 Richter (10,62 nM/cm²). Ve druhém odběru došlo k výraznějšímu poklesu hodnot. Nejvyšší hodnota byla zjištěna u rostliny varianty K na podnoží SO4 (17,25 nM/cm²). Při třetím odběru se obsah chlorofylu neprůkazně zvýšil. Nejvyšší hodnota obsahu chlorofylu byla u rostliny varianty Z2 na podnoží SO4 (23,86 nM/cm²). Ve čtvrtém odběru maximální hodnota obsahu chlorofylu se zvýšila a byla zjištěna u kontrolních rostlin a podnože 5BB (25,64 nM/cm²). Při hodnocení vlivu podnože je možné konstatovat, že nejvyšší obsah chlorofylu byl u podnože Fercal (40,26 nM/cm²), naopak nejnižší u podnože 110 Richter (10,62 nM/cm²).

Tabulka 1 Celkový obsah chlorofylu (nM/cm²) jednotlivých odrůd révy vinné ovlivněné podnoží, variantou a termínem měření,

Odrůda/podnož	1. odběr	2. odběr	3. odběr	4. odběr
char/110rich/k	29,26±0,75	19,19±4,85	24,12±3,85	18,15±1,68
char/110rich/z2	21,51±1,54	17,17±5,62	19,34±3,73	23,12±3,79
char/110rich/z3	28,99±3,76	14,18±2,5	18,55±3,14	17,66±2,98
char/125aa/k	38,35±4,4	25,63±2,32	24,45±2,7	18,70±0,86
char/125aa/z2	16,12±1,23	15,85±2,88	16,31±3,72	17,75±8,72
char/125aa/z3	9,17±1,79	11,44±0,21	19,46±4,24	15,88±7,6
char/5bb/k	39,94±1,59	14,81±3,82	22,11±3,12	21,09±2,06
char/5bb/z2	18,21±1,76	13,66±1,48	16,53±0,35	13,33±3,07
char/5bb/z3	8,57±1,19	13,27±2,2	10,18±1,07	17,12±6,22
char/so4/k	33,80±3,8	19,13±3,14	20,66±3,66	13,17±0,07
char/so4/z2	29,76±2,99	15,53±5,12	14,93±1,81	16,05±3,01
char/so4/z3	28,78±2,01	16,31±5,9	17,72±3	21,08±0,1
rm/5bb/k	15,97±0,25	14,52±1,19	13,96±1,58	12,89±4,8
rm/5bb/z2	41,18±0,76	15,51±3,54	19,35±3,25	13,14±1,44
rm/5bb/z3	15,25±3,53	23,91±0,44	17,57±3,88	16,13±5,96
rm/fercal/k	16,10±1,25	21,59±2,83	21,69±2,44	20,84±0,78
rm/fercal/z2	19,66±0,03	13,26±1,8	14,53±0,19	17,07±5,21
rm/fercal/z3	18,90±0,74	20,69±0,01	17,10±0,91	18,66±4,94
rr/125aa/k	10,24±0,72	15,34±1,65	19,83±5,51	14,76±4,97
rr/125aa/z2	42,00±0,76	13,16±0,05	21,12±4,48	15,87±4,96
rr/125aa/z3	29,64±2,87	12,29±2,67	21,97±1,01	14,47±0,94
rr/5bb/k	38,23±0,63	15,08±2,71	21,01±1,24	19,04±3,53
rr/5bb/z2	18,07±1,62	12,98±2,22	15,08±0,95	18,31±1,87
rr/5bb/z3	15,56±0,66	16,22±6,79	15,13±1,19	16,86±7,14
rr/so4/k	32,90±0,38	10,63±0,26	23,03±2,96	18,05±1,49
rr/so4/z2	41,91±0,85	13,89±3,54	22,26±4,52	20,88±0,71
rr/so4/z3	15,11±0,26	15,80±2,02	16,27±4,56	7,19±0,69
svg/110rich/k	10,62±1,1	15,94±4,84	18,10±1,64	19,33±2,44
svg/110rich/z2	40,06±1,07	12,28±2,46	21,71±0,33	14,21±5,94
svg/110rich/z3	37,51±3,55	13,62±0,27	23,00±0,39	13,44±0,01
svg/5bb/k	30,89±2,39	16,66±1,08	21,62±0,64	25,64±5,1
svg/5bb/z2	17,07±1,7	11,39±2,88	18,93±5,22	10,88±0,62
svg/5bb/z3	15,97±0,25	11,92±0,87	14,39±1,88	15,09±6,95
svg/fercal/k	17,65±0,51	15,42±4,7	18,38±4,53	14,32±1,64
svg/fercal/z2	24,14±1,09	13,51±1,18	19,96±0,47	15,87±1,64
svg/fercal/z3	40,26±1,27	15,95±1,63	23,14±1,17	14,87±5,05
svg/so4/k	29,76±2,99	17,25±6,05	22,19±4,34	14,13±1,44
svg/so4/z2	34,73±3,63	13,87±1,2	23,86±0,1	20,12±0,15
svg/so4/z3	34,98±3,88	14,53±4,57	22,51±1,82	17,08±3,93

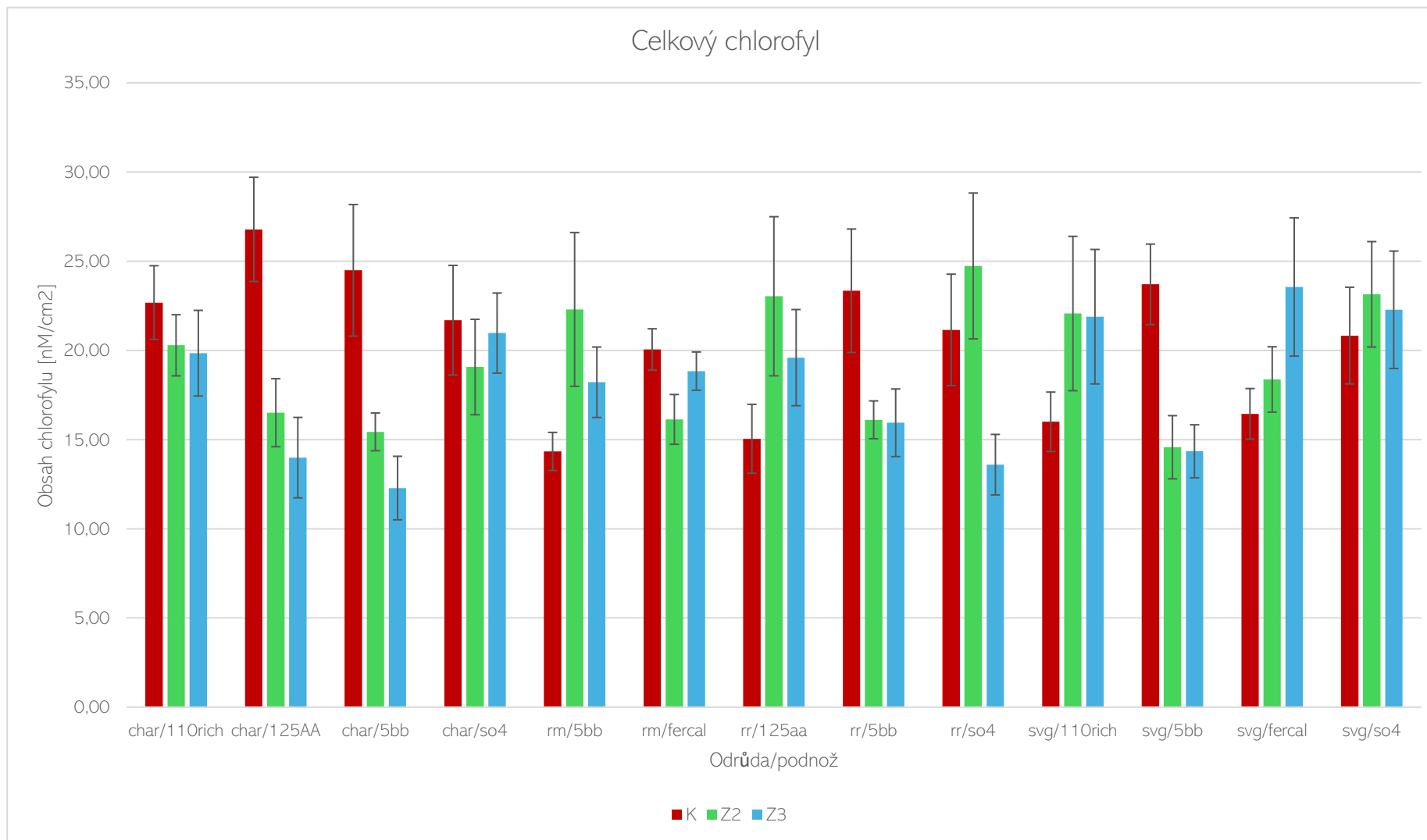
Graf 2 uvádí hodnoty obsahu celkového chlorofylu v závislosti na odrůdě/podnoži a variantě pokusu.

Obsah celkového chlorofylu klesal úměrně v závislosti na působení stresoru. Kontrolní rostliny měly vyšší obsah chlorofylů v listech v porovnání s variantami s omezenou zálivkou, přičemž průkazně nižších hodnot dosahovaly rostliny z varianty Z3. V případě rostlin kontrolních byl obsah chlorofylů v rozpětí hodnot od 14,33 nM/cm² (odrůda Rulandské modré na podnoži 5BB) do 26,78 nM/cm² (odrůda Chardonnay na podnoži 125 AA). U rostlin z varianty Z3 byl nejnižší obsah chlorofylu u 'Chardonnay' s podnoží 5BB (12,28 nM/cm²) a naopak nejvyšší u 'Sauvignon' s podnoží Fercal (23,56 nM/cm²). Výše uvedená tvrzení byla potvrzena v případě kontrolních rostlin 'Chardonnay' s podnoží 110 Richter (22,68 nM/cm²), 'Chardonnay' s podnoží 125AA (26,78 nM/cm²), 'Chardonnay' s podnoží 5BB (24,49 nM/cm²), 'Ryzlink rýnský' s podnoží 5BB (23,34 nM/cm²) a 'Sauvignon' s podnoží 5BB (23,7 nM/cm²).

Odrůda 'Chardonnay' s podnoží SO4 měla také nejvyšší hodnoty u kontrolních rostlin (21,69 nM/cm²), a však Z3 (20,97 nM/cm²) dosahovala vyšších hodnot než Z2 (19,07 nM/cm²). Obdobný průběh byl zaznamenán i u odrůdy 'Rulandské modré' na podnoží Fercal – (20,06 nM/cm²), Z2 (16,13 nM/cm²), Z3 (18,84 nM/cm²).

U odrůdy 'Rulandské modré' na podnoží 5BB (22,3 nM/cm²), 'Ryzlink rýnský' na podnoží 125AA (23,03 nM/cm²), 'Sauvignon' na podnoží 110 Richter (22,07 nM/cm²) a 'Sauvignon' na podnoží SO4 (23,14 nM/cm²) dosahovaly průkazně vyšších hodnot varianty Z2. Odrůda 'Ryzlink rýnský' na podnoží SO4 měla nejvyšší průměrný obsah chlorofylu u varianty Z2 (24,73 nM/cm²) a nejnižší u varianty Z3 (13,59 nM/cm²). U odrůdy 'Sauvignon' s podnoží Fercal byl nejnižší obsah chlorofylu u kontrolních rostlin (16,44 nM/cm²) a naopak nejvyšší u rostlin z varianty Z3 (23,56 nM/cm²).

Obecně lze konstatovat, že na vodní deficit citlivěji reagovaly sníženým obsahem chlorofylu v listech odrůdy 'Chardonnay', rostoucí na podnoží 5BB a 125AA dále u odrůdy 'Ryzlink rýnský' na podnoží SO4. Naopak pozitivně reagovala odrůda 'Ryzlink rýnský' na podnoží SO4 (varianty Z2) a 'Sauvignon' rostoucí na podnoží Fercal (varianty Z3).



Graf 2 Průměrné hodnoty obsahu celkového chlorofylu (nmol/cm²) u vybraných odrůd révy vinné v závislosti na variantě pokusu a podnoži

5.1.2 Karotenoidy

Tabulka 2 uvádí hodnoty obsahu karotenoidů testovaných odrůd a podnoží v závislosti na variantě pokusu a termínu odběru.

Odrůda ‘Chardonnay’ rostoucí na 4 podnožích měla u prvního odběru nejvyšší obsah karotenoidů u kontrolních rostlin rostoucích na podnoži 125 AA (7,53 nM/cm²). Ve druhém termínu byl zaznamenán pokles obsahu karotenoidů, kdy nejvyšší obsah karotenoidů měly kontrolní rostliny u podnože 5BB (6,46 nM/cm²). V následujících termínech měření byl nejvyšší obsah karotenoidů zjištěn u podnože 110 Richter z varianty Z3 (5,07 nM/cm²) ve 3. termínu a u podnože 5BB, varianty Z2, v termínu čtvrtém (4,36 nM/cm²). Při vyhodnocování vlivu podnože lze uvést, že nejvyšší obsah karotenoidů byl stanoven u 125 AA (7,53 nM/cm²) a nejnižší u 5 BB (1,9 nM/cm²).

Odrůda ‘Rulandské modré’ měla při prvním odběru nejvyšší hodnotu u podnože 5BB varianty Z2 (7,17 nM/cm²). Nejvyšší hodnota, stejně jako většina ostatních, měla klesající tendenci v následujících odběrech. Nejvyšší hodnota ve druhém odběru byla naměřena u podnože Fercal varianty Z2 (5,66 nM/cm²). Hodnoty ve třetím a čtvrtém odběru se snížily. Při hodnocení vlivu podnože nebyl mezi podnožemi 5BB a Fercal nalezeny průkazné diference.

Obsah karotenoidů u odrůdy ‘Ryzlink rýnský’ byl při prvním odběru nejvyšší u podnože SO4 varianty Z2 (7,54 nM/cm²). V případě druhého odběru byl zaznamenán shodně s předcházejícími odrůdami pokles hodnot obsahu karotenoidů, přičemž nejvyšší hodnota byla naměřena u kontrolních rostlin s podnoží 125 AA (4,76 nM/cm²). Naopak nejnižší naměřená hodnota byla zjištěna u kontrolních rostlin na podnoži SO4 (1,66 nM/cm²). Ve třetím odběru došlo k mírnému nárůstu hodnot. Nejvyšší hodnota obsahu karotenoidů ve 4. odběru se průkazně snížila na hodnotu 3,49 nM/cm² a byla naměřena u podnože SO4 s variantou Z2. Při porovnání podnoží k hodnocení jejich vlivu na obsah karotenoidů nebyly mezi podnožemi 125AA, 5BB a SO4 nalezeny průkazné diference.

Odrůda ‘Sauvignon’ měla při prvním odběru nejvyšší obsah karotenoidů u podnože 110 Richter rostliny varianty Z3 (7,37 nM/cm²) a nejnižší u kontrolních rostlin (2,16 nM/cm²). Ve druhém odběru byl opět zaznamenán pokles obsahu karotenoidů. Nejvyšší hodnota byla zjištěna u kontrolních rostlin na podnoži SO4 (2,82 nM/cm²). Při třetím odběru se obsah karotenoidů neprůkazně zvýšil, kdy nejvyšší hodnota obsahu karotenoidů byla naměřena u rostlin varianty Z3 na podnoži SO4 (4,18 nM/cm²). Ve čtvrtém odběru se obsah karotenoidů

snižoval. Při hodnocení vlivu podnože je možné konstatovat, že nejvyšší obsah karotenoidů byl u podnože 110 Richter (7,37 nM/cm²), naopak nejnižší u podnože 5BB (1,57 nM/cm²).

Tabulka 2 Obsah karotenoidů (nM/cm²) jednotlivých odrůd révy vinné ovlivněné podnoží, variantou a termínem měření.

Odrůda/podnož	1. odběr	2. odběr	3. odběr	4. odběr
char/110rich/k	5,71±0,01	3,17±0,65	4,08±0,46	2,87±0,25
char/110rich/z2	3,91±0,13	2,63±0,8	3,30±0,56	3,30±1,13
char/110rich/z3	4,53±0,28	2,34±0,38	5,07±1,72	2,75±0,54
char/125aa/k	7,53±0,17	4,39±0,48	4,47±0,64	2,54±0,56
char/125aa/z2	2,83±0,02	2,42±0,34	2,98±0,30	2,95±1,29
char/125aa/z3	1,74±0,06	1,96±0,09	3,36±0,84	2,63±1,08
char/5bb/k	7,00±0	6,46±0,45	4,84±0,79	3,47±0,40
char/5bb/z2	3,63±0,15	2,24±0,07	2,81±0,03	4,26±1,82
char/5bb/z3	1,61±0,07	2,13±0,48	1,90±0,20	2,86±0,86
char/so4/k	6,25±0,52	3,21±0,47	3,57±0,50	1,83±0,04
char/so4/z2	4,86±0,05	2,40±0,65	2,51±0,33	2,48±0,64
char/so4/z3	5,04±0,13	2,74±0,89	2,94±0,64	3,77±0,05
rm/5bb/k	2,94±0,03	2,47±0,21	2,25±0,08	2,33±0,83
rm/5bb/z2	7,17±0,04	2,50±0,56	3,27±0,48	1,90±0,19
rm/5bb/z3	2,58±0,12	3,84±0,11	2,93±0,50	2,93±0,90
rm/fercal/k	2,77±0,04	3,69±0,39	3,75±0,47	3,47±0,26
rm/fercal/z2	3,39±0,04	5,66±0,32	3,03±0,73	2,67±0,81
rm/fercal/z3	3,18±0,16	3,71±0,03	2,91±0,26	3,16±0,73
rr/125aa/k	1,82±0,03	4,76±0,42	4,51±1,15	2,48±0,59
rr/125aa/z2	7,45±0,25	2,33±0,00	3,85±0,69	2,78±0,81
rr/125aa/z3	5,40±0,11	2,00±0,27	3,75±0,24	2,59±0,15
rr/5bb/k	6,79±0,02	2,86±0,34	3,67±0,33	3,11±0,47
rr/5bb/z2	3,45±0,02	1,95±0,27	2,57±0,19	2,92±0,32
rr/5bb/z3	2,88±0,03	2,66±0,88	3,31±0,60	2,72±1,02
rr/so4/k	5,53±0,01	1,66±0,05	3,92±0,60	3,06±0,36
rr/so4/z2	7,54±0,16	2,39±0,55	3,78±0,89	3,49±0,11
rr/so4/z3	2,71±0,01	2,71±0,32	2,85±0,68	1,48±0,08
svg/110rich/k	2,16±0,31	2,48±0,57	3,08±0,37	3,00±0,39
svg/110rich/z2	7,12±0,01	2,18±0,39	3,84±0,20	2,16±0,92
svg/110rich/z3	7,37±0,01	2,25±0,11	4,04±0,08	2,19±0,05
svg/5bb/k	5,62±0,08	2,66±0,18	3,67±0,15	3,87±0,94
svg/5bb/z2	2,70±0,00	1,81±0,42	2,90±0,76	1,57±0,10
svg/5bb/z3	2,94±0,03	1,87±0,21	2,27±0,36	2,39±0,86
svg/fercal/k	3,00±0,02	2,60±0,72	2,95±0,54	2,34±0,01
svg/fercal/z2	4,14±0,10	2,19±0,08	3,57±0,35	2,48±0,81
svg/fercal/z3	7,06±0,06	2,44±0,05	3,79±0,20	2,26±0,09
svg/so4/k	4,86±0,05	2,82±0,92	3,64±0,63	2,05±0,16
svg/so4/z2	6,93±0,06	2,26±0,08	4,01±0,04	2,94±0,04
svg/so4/z3	6,84±0,03	2,47±0,62	4,18±0,09	3,12±0,42

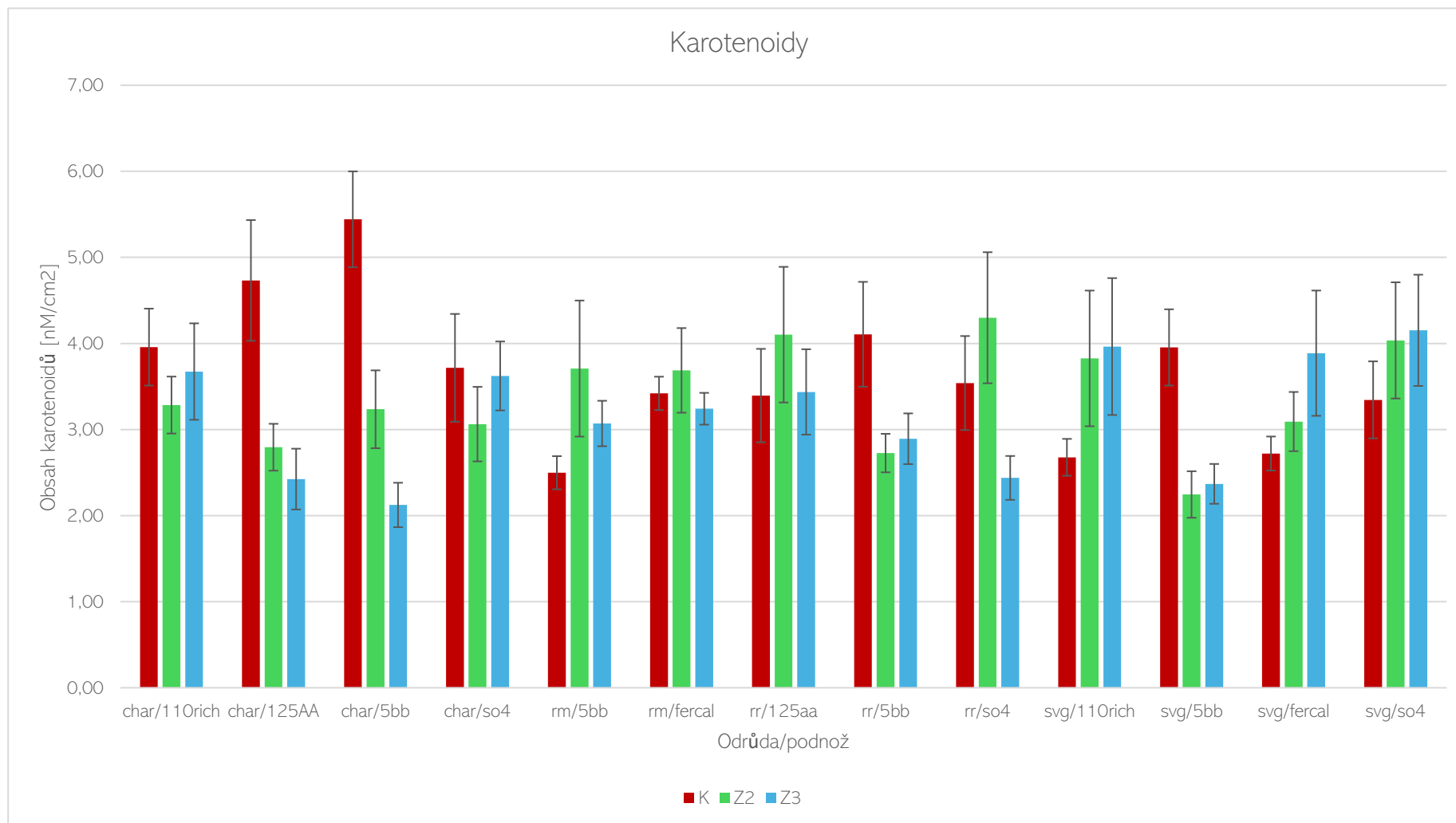
Graf 3 uvádí hodnoty obsahu karotenoidů v závislosti na odrůdě/podnoži a variantě pokusu.

Obsah karotenoidů klesal úměrně v závislosti na působení stresoru. Kontrolní rostliny měly vyšší obsah karotenoidů v listech v porovnání s variantami s omezenou záhlvkou. Průkazně nižší hodnoty měly rostliny z variant Z3. V případě rostlin kontrolních byl obsah karotenoidů v rozpětí hodnot 2,5 nM/cm² (odrůda ‘Rulandské modré‘ na podnoži 5BB) až 5,44 nM/cm² (odrůda ‘Chardonnay‘ na podnoži 5BB). U rostlin z varianty Z3 byl nejnižší obsah karotenoidů naměřen u odrůdy ‘Chardonnay’ s podnoží 5BB (2,12 nM/cm²) a naopak nejvyšší obsah byl stanoven u odrůdy ‘Sauvignon’ s podnoží SO4 (4,15 nM/cm²). Výše uvedená tvrzení byla potvrzena u kontrolních rostlin ‘Chardonnay’ s podnoží 5BB (5,44 nM/cm²), ‘Chardonnay’ s podnoží 125AA (4,73 nM/cm²) a ‘Ryzlink rýnský’ s podnoží 5BB (4,11 nM/cm²). Opačný trend (nárůst obsahu karotenoidů s klesající záhlvkou – Z3) vykazovala odrůda ‘Sauvignon’ na podnoží 110 Richter (3,96 nM/cm²), Fercal (3,89 nM/cm²), a SO4 (4,15 nM/cm²).

Odrůda ‘Chardonnay’ s podnoží 110 Richter měla také nejvyšší hodnoty u kontrolní varianty (3,96 nM/cm²), a však Z3 (3,67 nM/cm²) dosáhla vyšších hodnot ve srovnání se Z2 (3,28 nM/cm²). Obdobný průběh byl zaznamenán i u odrůdy ‘Chardonnay’ rostoucí na podnoží SO4 – K (3,72 nM/cm²), Z2 (3,06 nM/cm²), Z3 (3,62 nM/cm²). Dále byl popisovaný průběh stejný i u odrůdy ‘Sauvignon’ s podnoží 5BB – K (3,95 nM/cm²), Z2 (2,25 nM/cm²), Z3 (2,37 nM/cm²); ‘Ryzlink rýnský’ 5BB – K (4,11 nM/cm²), Z2 (2,73 nM/cm²), Z3 (2,89 nM/cm²).

Nejvyšší průměrný obsah karotenoidů byl u odrůd ‘Rulandské modré’ rostoucí na podnoží 5BB (3,71 nM/cm²) a Fercal (3,69 nM/cm²), ‘Ryzlink rýnský’ s podnoží 125AA (4,1 nM/cm²), a SO4 (4,3 nM/cm²) v rámci varianty Z2.

Celkově je možné uvést citlivější reakci na vodní deficit odrůd ‘Chardonnay’ na podnoží 5BB a 125AA, ‘Sauvignon’ s podnoží 5BB a ‘Ryzlink rýnský’ na podnoží SO4.



Graf 3 Průměrné hodnoty obsahu karotenoidů (nM/cm²) u vybraných odrůd révy vinné v závislosti na variantě pokusu a podnoži

5.2 Fotosyntéza

Tabulka 3 uvádí hodnoty rychlosti fotosyntézy testovaných odrůd a podnoží v závislosti na variantě pokusu a termínu odběru.

Nejvyšší rychlost fotosyntézy na počátku pokusu vykazovaly kontrolní rostlin odrůdy ‘Chardonnay’ u podnože 110 Richter ($7,05 \mu\text{M CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$). V rámci všech odběrů rychlost fotosyntézy postupně narůstala, kdy rychlost fotosyntézy byla u kontrolních rostlin na podnožích 110 Richter a 5BB ve druhém odběru ($7,16 \mu\text{M CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), ve třetím termínu u podnože 110 Richter ($7,28 \mu\text{M CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) a na konci pokusu u podnože 5BB varianty K ($7,68 \mu\text{M CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$). Pokud je hodnocen vliv podnože nebyly mezi 110 Richter, 125 AA, 5 BB a SO4 nalezeny průkazné diference.

Na počátku pokusu byla rychlost fotosyntézy odrůdy ‘Rulandské modré’ u podnože 5BB varianty Z2 ($7,04 \mu\text{M CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), naopak nejnižší fotosyntéza byla zaznamenána u kontrolních rostlin na shodné podnoži ($6,08 \mu\text{M CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$). V rámci všech odběrů rychlost fotosyntézy postupně narůstala. Při druhém a třetím odběru byla nejvyšší fotosyntéza u podnože 5BB varianty Z2 ($7,16 \mu\text{M CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ a $7,41 \mu\text{M CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$). Naopak při čtvrtém odběru byla nejvyšší hodnota u rostlin varianty Z3 stejné podnože ($7,94 \mu\text{M CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$). Při hodnocení vlivu podnože nebyl mezi podnožemi 5BB a Fercal nalezeny průkazné diference.

Odrůda ‘Ryzlink rýnský’ rostoucí na třech podnožích dosahovala nejvyšších hodnot fotosyntézy u kontrolních rostlin podnože 125AA ($7,03 \mu\text{M CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$). Tato kontrolní varianta si zachovala nejvyšší hodnoty při všech odběrech. V rámci hodnocení fotosyntézy v závislosti na ontogenetickém vývoji lze konstatovat, že se její hodnoty zvyšovaly, neboť ve 2. odběru byla hodnota $7,26 \mu\text{M CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ a na konci pokusu $7,93 \mu\text{M CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. V rámci hodnocení vlivu podnože na rychlost fotosyntézy lze uvést, že nejvyšší rychlost fotosyntézy byla zaznamenána u podnože 125AA ($7,93 \mu\text{M CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) a nejnižší u podnože 5BB ($6,04 \mu\text{M CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$).

Odrůda ‘Sauvignon’ měla na počátku sledovaného období nejvyšší hodnotu fotosyntézy u podnože Fercal varianty Z2 ($6,96 \mu\text{M CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$). Stejně jako u výše uvedených odrůd hodnota fotosyntézy s počtem odběrů narůstala. V případě podnože SO4 je možné u varianty Z2 zaznamenat postupný nárůst fotosyntézy, kdy ve 2. termínu byla fotosyntéza ve výši $7,24 \mu\text{M CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ a na konci pokusu $7,65 \mu\text{M CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Naopak nejnižší hodnota fotosyntézy byla naměřena kontrolních rostlin na podnoži 110 Richter v termínu ($6,78 \mu\text{M CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$). V rámci hodnocení vlivu podnože na rychlost fotosyntézy lze uvést, že nejvyšší rychlost

fotosyntézy byla zaznamenána u podnože SO4 (7,65 $\mu\text{M CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) a nejnižší u podnože 110 Richter a Fercal (5,96 $\mu\text{M CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$).

Tabulka 3 Rychlost fotosyntézy ($\mu\text{M CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) jednotlivých odrůd révy vinné ovlivněné podnoží, variantou a termínem měření,

Odrůda/podnož	1. odběr	2. odběr	3. odběr	4. odběr
char/110rich/k	7,05±0,004	7,16±0,005	7,28±0,007	7,46±0,006
char/110rich/z2	6,27±0,007	6,63±0,005	7,03±0,004	7,33±0,006
char/110rich/z3	6,81±0,005	6,76±0,005	6,84±0,005	7,13±0,003
char/125aa/k	6,91±0,009	7,05±0,004	7,15±0,009	7,24±0,005
char/125aa/z2	6,84±0,005	7,07±0,005	7,26±0,006	7,58±0,007
char/125aa/z3	6,63±0,009	6,83±0,005	7,03±0,004	7,34±0,005
char/5bb/k	7,04±0,005	7,16±0,006	7,37±0,006	7,68±0,008
char/5bb/z2	6,24±0,009	6,46±0,006	6,66±0,006	7,06±0,009
char/5bb/z3	6,6±0,008	6,87±0,006	6,94±0,004	7,14±0,006
char/so4/k	6,23±0,004	6,54±0,005	6,98±0,007	7,16±0,005
char/so4/z2	6,59±0,007	6,86±0,006	7,1±0,004	7,29±0,007
char/so4/z3	6,71±0,009	6,96±0,006	7,07±0,008	7,17±0,005
rm/5bb/k	6,08±0,006	6,33±0,005	6,73±0,005	7±0,006
rm/5bb/z2	7,04±0,005	7,16±0,006	7,41±0,006	7,67±0,005
rm/5bb/z3	6,45±0,006	6,56±0,008	6,76±0,006	7,94±0,006
rm/fercal/k	6,82±0,008	7,04±0,003	7,24±0,005	7,53±0,004
rm/fercal/z2	6,35±0,006	6,58±0,008	6,95±0,004	7,25±0,005
rm/fercal/z3	6,5±0,006	6,74±0,005	7,04±0,006	7,14±0,007
rr/125aa/k	7,03±0,004	7,26±0,006	7,43±0,004	7,93±0,005
rr/125aa/z2	6,44±0,004	6,7±0,006	6,93±0,005	7,2±0,006
rr/125aa/z3	6,43±0,005	6,65±0,007	6,96±0,005	7,23±0,006
rr/5bb/k	6,6±0,007	7,04±0,005	7,17±0,005	7,35±0,007
rr/5bb/z2	6,55±0,007	6,86±0,009	7,05±0,005	7,17±0,006
rr/5bb/z3	6,04±0,006	6,35±0,006	6,59±0,018	7,16±0,007
rr/so4/k	6,56±0,007	6,85±0,004	6,99±0,005	7,17±0,008
rr/so4/z2	6,45±0,006	6,94±0,005	7,14±0,005	7,26±0,006
rr/so4/z3	6,74±0,005	6,84±0,010	7,13±0,005	7,34±0,005
svg/110rich/k	5,96±0,008	6,24±0,004	6,56±0,008	6,78±0,005
svg/110rich/z2	6,9±0,006	7,04±0,008	7,23±0,005	7,55±0,005
svg/110rich/z3	6,73±0,028	6,92±0,009	7,15±0,003	7,27±0,006
svg/5bb/k	6,86±0,006	7,06±0,005	7,2±0,006	7,36±0,004
svg/5bb/z2	6,75±0,006	6,99±0,006	7,09±0,004	7,16±0,009
svg/5bb/z3	6,14±0,005	6,34±0,005	6,64±0,004	6,88±0,005
svg/fercal/k	6,54±0,007	6,85±0,007	7,05±0,004	7,36±0,005
svg/fercal/z2	6,96±0,004	7,04±0,004	7,33±0,005	7,46±0,008
svg/fercal/z3	5,96±0,006	6,28±0,011	6,74±0,005	6,89±0,014
svg/so4/k	6,47±0,007	6,93±0,004	7,13±0,004	7,3±0,005
svg/so4/z2	6,545±0,007	7,237±0,003	7,405±0,005	7,649±0,007
svg/so4/z3	6,132±0,005	6,463±0,004	6,738±0,005	7,064±0,013

Graf 4 uvádí hodnoty změny rychlosti fotosyntézy v závislosti na odrůdě, podnoži a variantě.

Hodnoty v rámci všech 3 variant se pohybovaly v rozmezí hodnot $6,38 \mu\text{M CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ až $7,41 \mu\text{M CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Z toho lze vyvodit závěr, že působící vodní deficit měl neprůkazný vliv na rychlost fotosyntézy. Výjimku tvoří kontrolní rostliny u odrůdy 'Ryzlink rýnský' na podnožích 125 AA ($7,41 \mu\text{M CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) a 5BB ($7,04 \mu\text{M CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) a dále u odrůdy 'Sauvignon' s podnoží 5BB ($7,12 \mu\text{M CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$).

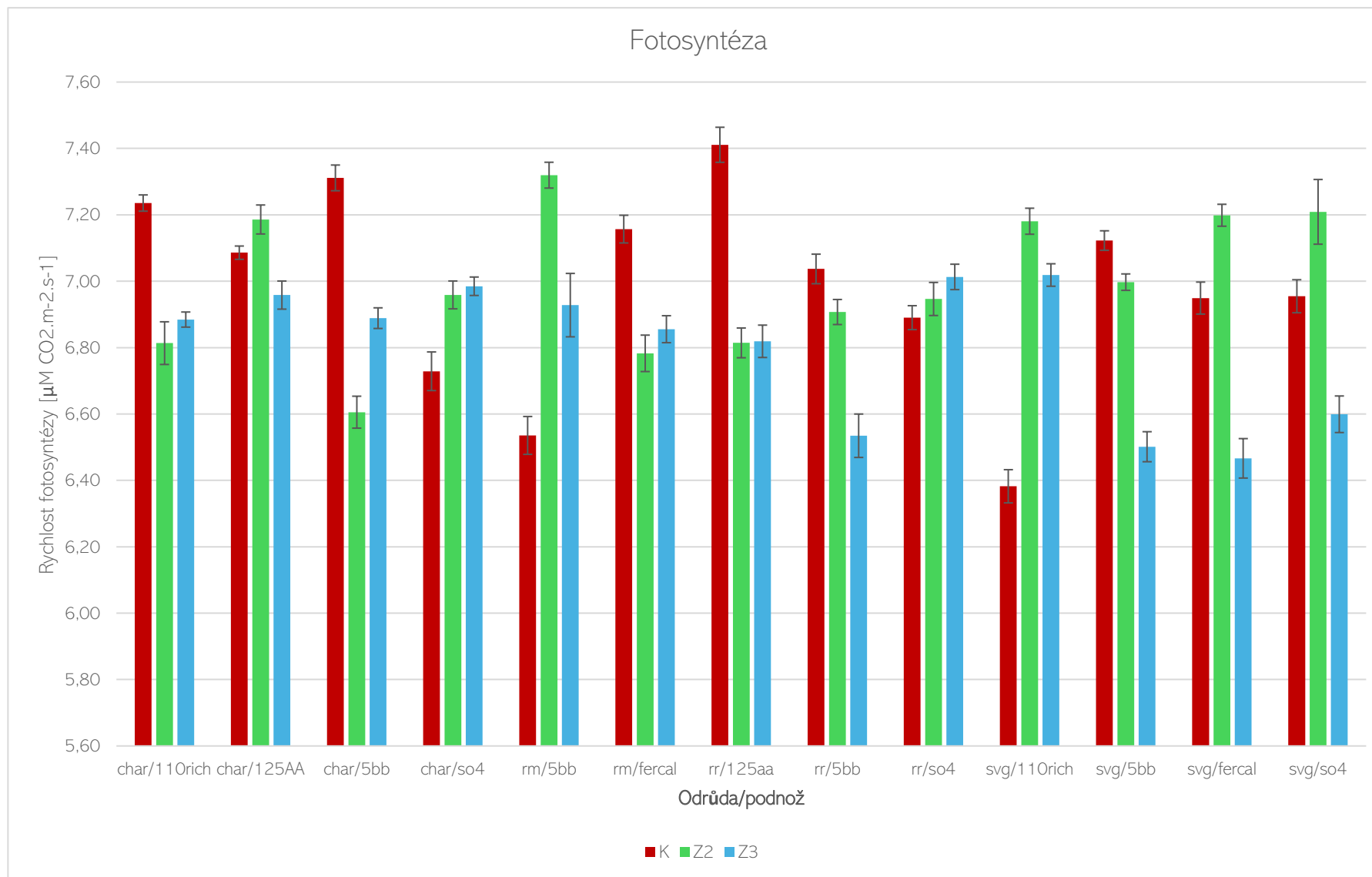
Opačný průběh rychlosti fotosyntézy (nejvyšší hodnoty u variant Z3) vykazovaly odrůdy 'Ryzlink rýnský' ($7,01 \mu\text{M CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) a 'Chardonnay' ($6,98 \mu\text{M CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), obě rostoucí na podnoži SO4.

Rychlost fotosyntézy byla z variant Z3 nejnižší u odrůdy 'Sauvignon' na podnoži Fercal ($6,47 \mu\text{M CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) a naopak maximální u odrůdy 'Sauvignon' s podnoží 110 Richter ($7,02 \mu\text{M CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$).

Kontrolní rostliny odrůdy 'Chardonnay' na podnoži 110 Richter měly nejvyšší hodnoty fotosyntézu ve výši $7,24 \mu\text{M CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, ale u varianty Z3 ($6,88 \mu\text{M CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) byly naměřeny vyšší hodnoty rychlosti fotosyntézy v porovnání se Z2 ($6,81 \mu\text{M CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$). Identický trend byl prokázán u stejné odrůdy rostoucí na podnoži 5BB, kdy u kontrolních rostlin byla fotosyntéza $7,31 \mu\text{M CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, u Z2 $6,61 \mu\text{M CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ a u Z3 $6,89 \mu\text{M CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ a odrůdy 'Rulandské modré' na podnoži Fercal – K ($7,16 \mu\text{M CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), Z2 ($6,78 \mu\text{M CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), Z3 ($6,86 \mu\text{M CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$).

Odrůdy 'Rulandské modré' na podnoži 5BB ($7,32 \mu\text{M CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), 'Sauvignon' na podnoži SO4 ($7,21 \mu\text{M CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) a 'Chardonnay' na podnoži 125AA ($7,19 \mu\text{M CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) dosahovaly nejvyšších hodnot fotosyntézy u varianty Z2.

Celkově je možné konstatovat, že na stresor reagovaly citlivě odrůdy 'Sauvignon' na podnoži Fercal, 'Sauvignon' 5BB a 'Ryzlink rýnský' na podnoži 5BB. Naopak odrůdy 'Rulandské modré' (5BB), 'Sauvignon' (SO4, Fercal, 110 Richter) a 'Chardonnay' (125AA) lépe tolerovaly mírný vodní deficit (varianta Z2).



Graf 4 Průměrné hodnoty rychlosti fotosyntézy ($\mu\text{M CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) u vybraných odrůd révy vinné v závislosti na variantě pokusu a podnoži

5.3 Transpirace

Tabulka 4 uvádí hodnoty transpirace testovaných odrůd a podnoží v závislosti na variantě pokusu a termínu odběru.

Hodnoty transpirace na počátku pokusu byly u odrůdy ‘Chardonnay’ nejvyšší u rostlin varianty Z2 na podnoži 125AA ($1,81 \text{ mmol H}_2\text{O.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$). Zvýšení transpirace bylo zjištěno ve 2. termínu, kdy u kontrolních rostlin na podnoži 5BB byla transpirace $2,44 \text{ mmol H}_2\text{O.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. V následujícím termínu nebyl zaznamenán nárůst či pokles hodnot, avšak nejvyšší rychlost transpirace byla naměřena shodně u kontrolních rostlin na podnoži 5BB ($2,94 \text{ mmol H}_2\text{O.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$). Neprůkazný pokles transpirace byl zaznamenán na konci pokusu u varianty Z3 na podnoži 110 Richter ($2,76 \text{ mmol H}_2\text{O.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$). Při vyhodnocování vlivu podnože lze uvést, že celkovou nejvyšší hodnotu transpirace měly rostliny na podnoži 5 BB ($2,94 \text{ mmol H}_2\text{O.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) a nejnižší u 110 Richter ($0,17 \text{ mmol H}_2\text{O.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$).

Odrůda ‘Rulandské modré’ rostoucí na 2 podnožích měla při prvním odběru nejvyšší hodnotu transpirace $1,68 \text{ mmol H}_2\text{O.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (podnož 5BB, varianta K). Nejvyšší hodnoty dosáhla rostlina varianty Z2 na podnoži Fercal ($1,87 \text{ mmol H}_2\text{O.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) ve 2. termínu. Vzrůst hodnot byl zaznamenán ve třetím odběru, kde rostliny na podnoži Fercal měly nejvyšší transpiraci. Při čtvrtém odběru nebyly zaznamenány průkazné změny v porovnání s odběrem předcházejícím, neboť nejvyšší hodnotu měla podnož Fercal varianty Z3 ($2,68 \text{ mmol H}_2\text{O.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$). V případě hodnocení vlivu podnože byla zjištěna nejnižší hodnota u 5BB ($0,38 \text{ mmol H}_2\text{O.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) a nejvyšší u Fercal ($2,85 \text{ mmol H}_2\text{O.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$).

Hodnoty transpirace u odrůdy ‘Ryzlink rýnský’ byla na počátku sledovaného období nejvyšší u podnože 5BB varianty Z2 ($1,28 \text{ mmol H}_2\text{O.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), nejnižší u SO4 varianty Z3 ($0,65 \text{ mmol H}_2\text{O.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$). Obecně lze konstatovat, že hodnoty transpirace s každým odběrem vzrůstaly. Druhý odběr měl nejvyšší hodnotu u podnože 5BB z varianty K ($2,21 \text{ mmol H}_2\text{O.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$). Ve třetím odběru vzrostla hodnota u stejné podnože na $3,05 \text{ mmol H}_2\text{O.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. Nejvyšší hodnota transpirace ve čtvrtém odběru byla u podnože 125AA varianty Z3 ($2,57 \text{ mmol H}_2\text{O.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$). V rámci porovnání podnoží a jejich vlivu na transpiraci byla nejvyšší hodnota u podnože 125 AA ($3,05 \text{ H}_2\text{O.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$). Naopak nejnižší byla zaznamenána u podnože SO4 ($0,61 \text{ H}_2\text{O.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$).

V případě změn rychlosti transpirace u odrůdy ‘Sauvignon’ je možné konstatovat, že v době rašení byla transpirace nejvyšší u podnože SO4 a varianty Z2 ($1,92 \text{ mmol H}_2\text{O.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) a nejnižší u rostliny varianty Z3 na podnoži 110 Richter ($0,56 \text{ mmol H}_2\text{O.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$). V následujících dvou termínech byl zaznamenán nárůst transpirace, kdy nejvyšší hodnota 2.

termínu byla zjištěna u kontrolních rostlin na podnoži 110 Richter ($2,05 \text{ mmol H}_2\text{O}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) a ve 3. termínu u rostlin varianty Z3 na podnoži 5BB ($3,00 \text{ mmol H}_2\text{O}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$). Při hodnocení vlivu podnože je možné konstatovat, že transpirace dosahovala nejvyšších hodnot u podnože 5BB ($3 \text{ mmol H}_2\text{O}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) a nejnižších u podnože 110 Richter ($0,56 \text{ mmol H}_2\text{O}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$).

Tabulka 4 Transpirace ($\text{H}_2\text{O}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) jednotlivých odrůd révy vinné ovlivněné podnoží, variantou a termínem měření

Odrůda/podnož	1. odběr	2. odběr	3. odběr	4. odběr
char/110rich/k	1,24±0,004	1,96±0,007	2,05±0,007	2,06±0,004
char/110rich/z2	1,71±0,168	1,60±0,007	1,85±0,007	1,84±0,007
char/110rich/z3	0,17±0,007	0,84±0,008	1,38±0,014	2,76±0,031
char/125aa/k	0,83±0,012	2,04±0,009	1,79±0,006	1,89±0,006
char/125aa/z2	1,81±0,009	1,77±0,004	2,06±0,05	1,90±0,006
char/125aa/z3	0,95±0,007	1,15±0,005	1,95±0,006	1,84±0,009
char/5bb/k	1,35±0,008	2,44±0,006	2,94±0,004	2,07±0,006
char/5bb/z2	1,40±0,006	1,76±0,008	1,76±0,006	1,71±0,006
char/5bb/z3	0,84±0,011	1,06±0,006	1,94±0,006	1,85±0,007
char/so4/k	1,06±0,007	1,96±0,006	2,15±0,006	1,62±0,006
char/so4/z2	1,75±0,005	1,68±0,006	2,35±0,006	1,69±0,009
char/so4/z3	0,62±0,010	1,07±0,005	1,97±0,005	1,88±0,007
rm/5bb/k	1,68±0,008	1,15±0,005	2,05±0,005	2,14±0,005
rm/5bb/z2	1,36±0,005	1,14±0,007	1,55±0,007	1,65±0,009
rm/5bb/z3	0,38±0,013	0,50±0,007	1,96±0,005	2,58±0,035
rm/fercal/k	1,07±0,007	1,53±0,009	1,95±0,005	1,84±0,005
rm/fercal/z2	1,23±0,005	1,87±0,005	2,85±0,008	2,17±0,007
rm/fercal/z3	0,96±0,007	0,76±0,006	0,97±0,008	2,68±0,013
rr/125aa/k	1,22±0,006	2,21±0,006	3,05±0,006	2,04±0,099
rr/125aa/z2	1,06±0,006	2,05±0,007	1,57±0,006	2,13±0,004
rr/125aa/z3	0,94±0,008	1,96±0,007	1,63±0,005	2,57±0,006
rr/5bb/k	1,21±0,007	1,78±0,005	1,58±0,010	2,15±0,006
rr/5bb/z2	1,28±0,008	1,25±0,007	1,67±0,005	2,50±0,003
rr/5bb/z3	1,10±0,019	1,55±0,008	2,03±0,009	2,15±0,006
rr/so4/k	1,12±0,011	1,66±0,009	1,82±0,008	2,08±0,003
rr/so4/z2	1,17±0,012	1,75±0,007	1,93±0,004	2,02±0,003
rr/so4/z3	0,65±0,009	0,61±0,008	1,73±0,005	2,51±0,034
svg/110rich/k	1,15±0,007	2,05±0,007	2,04±0,005	2,52±0,007
svg/110rich/z2	1,64±0,005	2,04±0,006	1,56±0,005	2,25±0,006
svg/110rich/z3	0,56±0,008	0,65±0,007	2,05±0,006	2,07±0,005
svg/5bb/k	1,35±0,005	1,95±0,006	2,07±0,006	2,04±0,006
svg/5bb/z2	1,20±0,007	1,02±0,009	3,00±0,006	2,05±0,005
svg/5bb/z3	1,78±0,006	1,45±0,007	2,16±0,006	1,60±0,005
svg/fercal/k	1,04±0,006	1,84±0,005	2,09±0,006	1,88±0,005
svg/fercal/z2	1,24±0,007	0,64±0,006	1,78±0,004	1,32±0,007
svg/fercal/z3	1,62±0,010	1,05±0,006	1,96±0,005	1,89±0,014
svg/so4/k	1,15±0,008	1,46±0,007	1,98±0,015	1,97±0,006
svg/so4/z2	1,92±0,011	1,99±0,006	1,66±0,005	1,88±0,009
svg/so4/z3	0,85±0,006	1,56±0,006	2,02±0,003	2,29±0,599

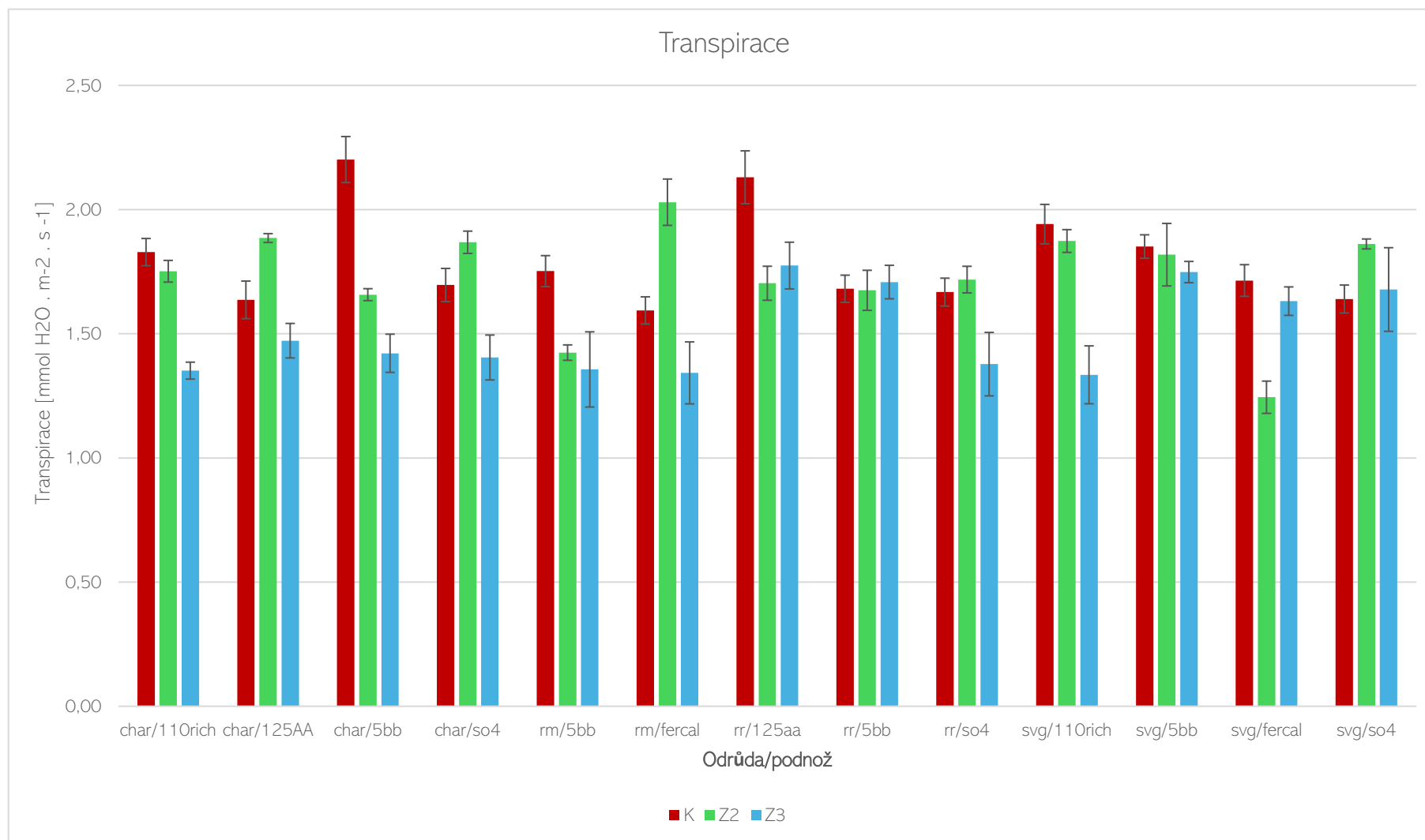
Graf 5 uvádí průměrné hodnoty transpirace v závislosti na odrůdě/podnoži a variantě pokusu, kdy je možné konstatovat, že průměrné hodnoty transpirace klesaly úměrně v závislosti na působení stresu. U kontrolních skupin byly, ve srovnání s variantami při omezené závlaze, naměřeny vyšší hodnoty. Nejnižších hodnot dosahovaly rostliny z varianty Z3. V případě rostlin kontrolních byla transpirace v rozpětí hodnot od 1,59 mmol H₂O.m⁻².s⁻¹ (Rulandské modré na podnoži Fercal) do 2,2 mmol H₂O.m⁻².s⁻¹ (odrůda Chardonnay na podnoži 5BB). Rostliny varianty Z3 měly nejnižší hodnotu transpirace u odrůdy ‘Sauvignon’ 110 Richter (1,33 mmol H₂O.m⁻².s⁻¹). Oproti tomu nejvyšší hodnota byla u odrůdy ‘Ryzlink rýnský’ na podnoži 125AA (1,77 mmol H₂O.m⁻².s⁻¹).

Výše uvedené tvrzení potvrzují kontrolní rostliny odrůdy ‘Chardonnay’ s podnoží 110 Richter (1,83 mmol H₂O.m⁻².s⁻¹), 5BB (2,2 mmol H₂O.m⁻².s⁻¹), ‘Rulandské modré’ na podnoži 5BB (1,75 mmol H₂O.m⁻².s⁻¹), ‘Sauvignon’ na podnoži 110 Richter (1,94 mmol H₂O.m⁻².s⁻¹), 5BB (1,85 mmol H₂O.m⁻².s⁻¹).

Kontrolní rostliny odrůdy ‘Sauvignon’ rostoucí na podnoži Fercal vykazovaly také nejvyšší hodnoty transpirace (1, mmol H₂O.m⁻².s⁻¹), avšak varianta s nejvyšším vodním deficitem (Z3 - 1,63 mmol H₂O.m⁻².s⁻¹) měla hodnoty vyšší než Z2 (1,24 mmol H₂O.m⁻².s⁻¹). Obdobný průběh byl zaznamenán i u odrůdy ‘Ryzlink rýnský’ na podnoži 125AA, pouze s neprůkazným rozdílem hodnot – K (2,13 mmol H₂O.m⁻².s⁻¹), Z2 (1,7 mmol H₂O.m⁻².s⁻¹), Z3 (1,77 mmol H₂O.m⁻².s⁻¹).

U odrůd ‘Chardonnay’ na podnoži 125AA (1,89 mmol H₂O.m⁻².s⁻¹) a SO4 (1,87 mmol H₂O.m⁻².s⁻¹), ‘Rulandské modré’ s podnoží Fercal (2,03 mmol H₂O.m⁻².s⁻¹), ‘Ryzlink rýnský’ s podnoží SO4 (1,72 mmol H₂O.m⁻².s⁻¹), ‘Sauvignon’ na podnoži SO4 (1,86 mmol H₂O.m⁻².s⁻¹) dosahovaly průkazně nejvyšších hodnot transpirace varianty Z2. U odrůdy ‘Ryzlink rýnský’ na podnoži 5BB byla nejvyšší hodnota transpirace u varianty Z3 (1,71 mmol H₂O.m⁻².s⁻¹) a nejnižší u Z2 (1,67 mmol H₂O.m⁻².s⁻¹).

Obecně lze konstatovat, že na vodní deficit reagovaly citlivěji pomocí snížení transpirace odrůdy ‘Chardonnay’ rostoucí na podnoži 5BB, SO4, 110 Richter a ‘Ryzlink rýnský’ na podnoži 5BB, Fercal. Naopak pozitivně reagovaly rostliny varianty Z2 odrůd ‘Rulandské modré’ na podnoži Fercal, ‘Chardonnay’ na podnoži 125 AA, ‘Sauvignon’ 110 Richter.



Graf 5 Průměrné hodnoty transpirace ($\text{mmol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) u vybraných odrůd révy vinné v závislosti na variantě pokusu a podnoži

5.4 Fluorescence

Tabulka 5 uvádí hodnoty fluorescence testovaných odrůd a podnoží v závislosti na variantě pokusu a termínu odběru

Odrůda ‘Chardonnay’ měla při prvním odběru nejvyšší fluorescence u rostlin varianty Z3 podnože SO4 (0,808), zároveň tato podnož měla i nejnižší hodnotu u rostlin varianty Z2 (0,793). V rámci všech odběrů byly hodnoty fluorescence poměrně stabilní, s pouze s neprůkaznými změnami. Ve druhém odběru měly kontrolní rostliny na podnoži 5BB hodnotu fluorescence 0,803. Při třetím odběru se hodnota zvýšila na 0,805 a byla dosažena u kontrolních rostlin na podnoži 125AA. Hodnota dané kombinace ve čtvrtém odběru se průkazně snížila na hodnotu 0,631. Naopak nejvyšší hodnota fluorescence byla u podnože 125AA varianty Z2. Při hodnocení vlivu podnoží 110 Richter, 125 AA, 5 BB a SO4 nebyly nalezeny průkazné diference.

Fluorescence u odrůdy ‘Rulandské modré’ byla nejvyšší fluorescence u rostlin varianty Z3 obou podnoží – Fercal a 5BB (0,798). Ve druhém odběru byla nejvyšší hodnota u této odrůdy na podnože Fercal varianty Z2 (0,803). V následujícím termínu měření byla nejvyšší fluorescence stanovena u podnože 5BB varianty Z3 (0,801), naopak nejnižší u podnože Fercal varianty Z2 (0,666). Ve čtvrtém odběru byl zaznamenán neprůkazný nárůst fluorescence na hodnotu 0,803 (podnož Fercal varianta Z2). Naopak nejnižší hodnota fluorescence byla naměřena u podnože 5BB varianty Z3 (0,574).

U odrůdy ‘Ryzlink rýnský’ byla nejvyšší fluorescence na počátku pokusu zjištěna u podnože 125AA varianty Z2 (0,805). Hodnoty v průběhu všech měření byly stabilní. Ve druhém termínu byla nejvyšší hodnota fluorescence naměřena u podnože SO4 varianty Z3 (0,803). Neprůkazné zvýšení fluorescence bylo naměřeno ve 3. termínu u kontrolních rostlin podnože 5BB (0,807). Podnož 5BB varianty Z2 měla nejvyšší fluorescenci ve čtvrtém měření (0,805) a naopak nejnižší hodnota byla naměřena u podnože SO4 varianty Z2 (0,59). Pokud je hodnocen vliv podnože na fluorescenci, je možné konstatovat, že nejvyšší hodnota byla zjištěna u podnože 5 BB (0,805) a nejnižší u podnože SO4 (0,59).

Odrůda ‘Sauvignon’ rostoucí na 4 podnožích měla u prvního odběru nejvyšší hodnotu u rostlin varianty Z2 podnože 110 Richter (0,807). Nejvyšší hodnota fluorescence 2. termínu byla u kontrolních rostlin podnože SO4 (0,798) a v následném termínu byla nejvyšší fluorescence naměřena u rostlin z varianty Z2 a podnože 110 Richter varianty Z2 (0,808). Ve čtvrtém odběru byla nejvyšší hodnota fluorescence u rostlin varianty Z3 podnože Fercal (0,81). Naopak nejnižší byla u kontrolních rostlin podnože 5BB (0,574). Pokud je hodnocen

vliv podnože na fluorescenci, je možné konstatovat, že nejvyšší hodnota byla zjištěna u podnože Fercal (0,81) a nejnižší u podnože 5BB (0,574).

Tabulka 5 Fluorescence jednotlivých odrůd révy vinné ovlivněné podnoží, variantou a termínem měření

Odrůda/podnož	1. odběr	2. odběr	3. odběr	4. odběr
char/110rich/k	0,801±0,004	0,795±0,002	0,797±0,001	0,633±0,016
char/110rich/z2	0,796±0,004	0,785±0,001	0,799±0,003	0,8±0,004
char/110rich/z3	0,797±0,005	0,794±0,004	0,799±0,001	0,645±0,015
char/125aa/k	0,804±0,003	0,794±0,001	0,805±0,001	0,631±0,020
char/125aa/z2	0,79±0,004	0,801±0,001	0,79±0,002	0,812±0,001
char/125aa/z3	0,802±0,004	0,798±0,003	0,8±0,001	0,607±0,013
char/5bb/k	0,795±0,002	0,803±0,001	0,656±0,010	0,796±0,001
char/5bb/z2	0,795±0,003	0,796±0,001	0,801±0,001	0,799±0,002
char/5bb/z3	0,789±0,003	0,804±0,001	0,737±0,055	0,634±0,019
char/so4/k	0,798±0,003	0,801±0,001	0,638±0,018	0,806±0,00
char/so4/z2	0,793±0,004	0,799±0,001	0,8±0,001	0,805±0,001
char/so4/z3	0,808±0,001	0,799±0,001	0,796±0,001	0,633±0,028
rm/5bb/k	0,796±0,003	0,79±0,002	0,752±0,038	0,8±0,001
rm/5bb/z2	0,796±0,002	0,796±0,003	0,798±0,002	0,795±0,001
rm/5bb/z3	0,798±0,007	0,788±0,006	0,801±0,001	0,574±0,012
rm/fercal/k	0,794±0,009	0,796±0,001	0,798±0,003	0,616±0,019
rm/fercal/z2	0,795±0,003	0,803±0,001	0,666±0,020	0,803±0,002
rm/fercal/z3	0,798±0,005	0,801±0,003	0,8±0,001	0,627±0,015
rr/125aa/k	0,795±0,003	0,801±0,001	0,661±0,032	0,8±0,004
rr/125aa/z2	0,805±0,001	0,794±0,002	0,79±0,001	0,622±0,014
rr/125aa/z3	0,8±0,004	0,795±0,001	0,805±0,001	0,764±0,041
rr/5bb/k	0,799±0,003	0,797±0,002	0,807±0,002	0,573±0,015
rr/5bb/z2	0,792±0,002	0,796±0,001	0,797±0,002	0,805±0,001
rr/5bb/z3	0,795±0,003	0,798±0,002	0,798±0,001	0,793±0,001
rr/so4/k	0,801±0,002	0,798±0,002	0,803±0,002	0,595±0,032
rr/so4/z2	0,804±0,003	0,8±0,003	0,79±0,001	0,59±0,004
rr/so4/z3	0,788±0,005	0,803±0,001	0,799±0,002	0,685±0,012
svg/110rich/k	0,797±0,002	0,799±0,002	0,681±0,034	0,804±0,001
svg/110rich/z2	0,807±0,004	0,793±0,001	0,808±0,001	0,801±0,002
svg/110rich/z3	0,794±0,003	0,795±0,001	0,796±0,001	0,643±0,015
svg/5bb/k	0,804±0,002	0,788±0,004	0,797±0,001	0,574±0,021
svg/5bb/z2	0,8±0,003	0,797±0,001	0,799±0,001	0,8±0,001
svg/5bb/z3	0,798±0,003	0,786±0,001	0,805±0,001	0,796±0,001
svg/fercal/k	0,79±0,004	0,794±0,001	0,794±0,001	0,621±0,009
svg/fercal/z2	0,792±0,006	0,798±0,002	0,797±0,001	0,656±0,022
svg/fercal/z3	0,799±0,003	0,788±0,001	0,79±0,001	0,81±0,003
svg/so4/k	0,793±0,002	0,798±0,002	0,795±0,00	0,633±0,022
svg/so4/z2	0,795±0,002	0,795±0,001	0,793±0,001	0,795±0,02
svg/so4/z3	0,793±0,003	0,797±0,001	0,8±0,004	0,643±0,023

Graf 6 uvádí průměrné hodnoty fluorescence v závislosti na odrůdě/podnoži a variantě pokusu. Hodnoty fluorescence v rámci všech 3 variant se pohybovaly v rozmezí hodnot 0,74 (Sauvignon n podnoži 5BB) až 0,802 (Sauvignon na podnoži 110 Richter). Ve srovnání s ostatními měřenými charakteristikami (pigmenty, fotosyntéza, transpirace) nebyl zjištěn pokles hodnot fluorescence v závislosti na variantě.

U rostlin varianty Z2 byly nalezeny vyšší hodnoty fluorescence v porovnání s kontrolními rostlinami, jedná se o rostliny odrůdy 'Sauvignon' na podnoži 110 Richter (0,802), 'Chardonnay' na podnoži SO4 (0,799), na podnoži 125 AA (0,798) a 5BB (0,798) a 'Rulandské modré' na podnoži 5BB (0,796).

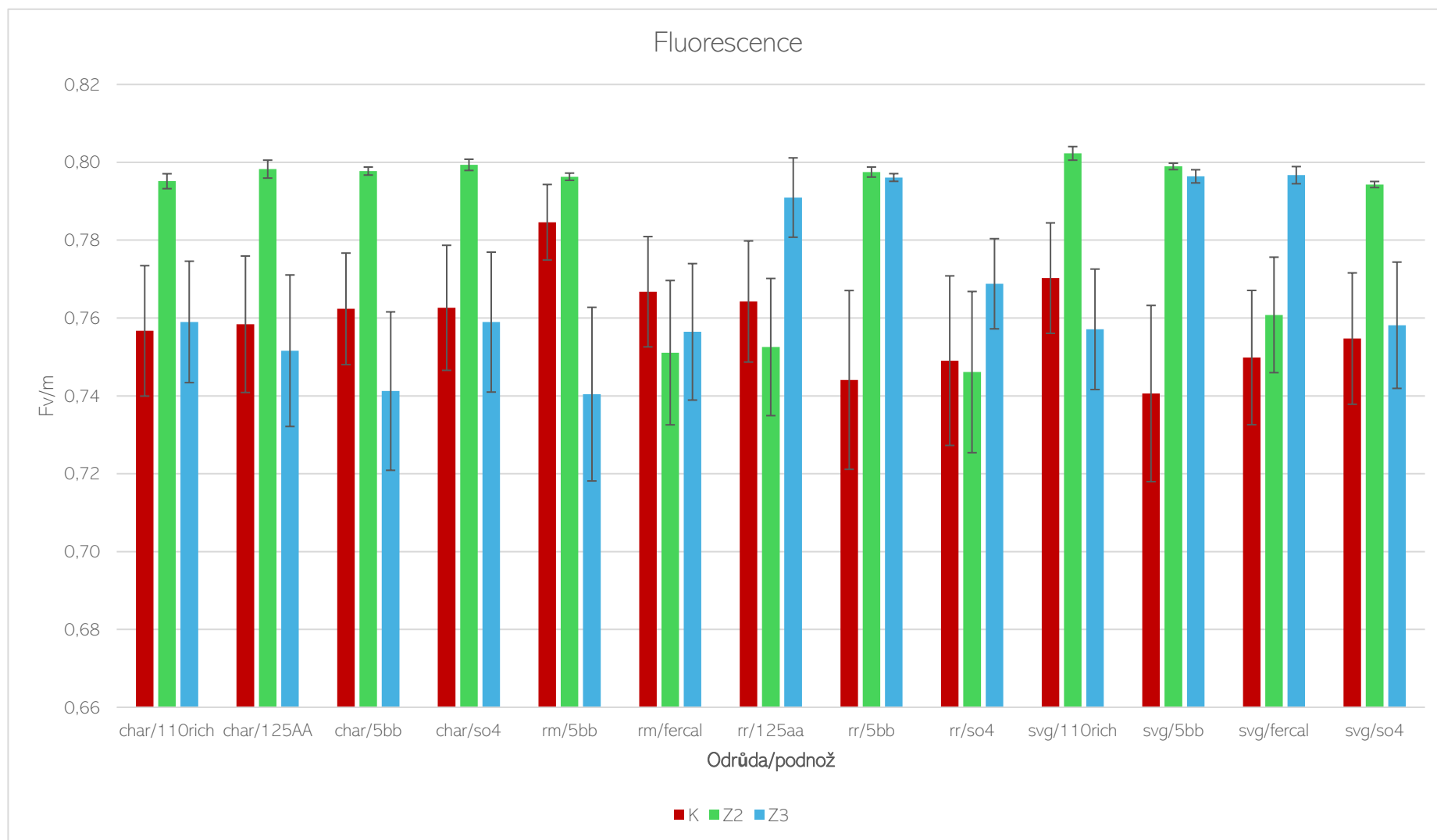
Fluorescence byla u variant Z3 prokazatelně nejnižší u odrůdy 'Rulandské modré' s podnoží 5BB (0,74), 'Chardonnay' s podnoží 5BB (0,741). Nejvyšší hodnoty fluorescence z variant Z3 měly odrůdy 'Sauvignon' na podnoži Fercal (0,797), na podnoži 5BB (0,796) a 'Ryzlink rýnský' s podnoží 5BB (0,796).

Odrůda 'Chardonnay' na podnoži 110 Richter měla nejvyšší fluorescenci u varianty Z2 (0,795), následovaly hodnoty varianty Z3 (0,759) a nejnižší byly hodnoty varianty K (0,757). Obdobný trend byl zaznamenán i odrůdy 'Rulandské modré' na podnoži Fercal – K (0,751), Z2 (0,767), Z3 (0,756); 'Ryzlink rýnský' s podnoží 5BB – K (0,744), Z2 (0,798), Z3 (0,796) a 'Sauvignon' s podnožemi 5BB (K: 0,741; Z2: 0,799; Z3: 0,796) a SO4 (K: 0,755; Z2: 0,794; Z3: 0,758).

'Ryzlink rýnský' rostoucí na podnoži 125AA měl nejvyšší hodnoty fluorescence u varianty Z3 (0,791), následovala varianta K (0,764). Nejnižší hodnoty fluorescence měla varianta Z2 (0,753). Identický průběh průměrných hodnot fluorescence mezi variantami měla odrůda 'Ryzlink rýnský' rostoucí na podnoži SO4 – K (0,749), Z2 (0,746), Z3 (0,769).

Hodnoty fluorescence měly vzestupnou tendenci se snižující se záhlavkou u odrůdy 'Sauvignon' na podnoži Fercal. Nejvyšší hodnoty byly zjištěny u varianty Z3 (0,797), následně varianty Z2 (0,794) a nejnižší hodnoty měla varianta K (0,755).

Obecně je možné konstatovat, že stresor měl na hodnoty fluorescence spíše pozitivní vliv. Jednalo se zejména o využití střední záhlavky (varianta Z2), při které vykazovaly odrůdy nejvyšší hodnoty – 'Sauvignon' s podnoží 110 Richter, 5BB, 'Chardonnay' s podnoží SO4, 125AA a 5BB a 'Ryzlink rýnský' 5BB. U Varianty Z3 pozitivně reagovala odrůda 'Sauvignon' na podnožích Fercal a 5BB. Citlivě na stresor reagovaly odrůdy Rulandské modré, rostoucí na podnoži 5BB a 'Chardonnay' na podnoži 5BB (varianty Z3).



Graf 6 Průměrné hodnoty fluorescence u vybraných odrůd révy vinné v závislosti na variantě pokusu a podnoži

5.5 Vodní potenciál

Tabulka 6 uvádí hodnoty vodního potenciálu testovaných odrůd a podnoží v závislosti na variantě pokusu a termínu odběru

U kontrolních rostlin odrůdy 'Chardonnay' byla nejvyšší hodnota vodního potenciálu u rostlin na podnoží 5BB (-0,35 MPa) a nejnižší u podnože SO4 na počátku pokusu (-0,49 MPa). Jedná se tedy o hodnoty, které odpovídají nestresovaným rostlinám. Naopak v případě rostlin stresovaných byly hodnoty vodního potenciálu v rozpětí hodnot od -2,05 MPa (podnož SO4) do -1,14 MPa (podnože 5BB, 125 AA).

Vodní potenciál odrůdy 'Rulandské modré' byl při prvním odběru nejvyšší u kontrolních rostlin podnože Fercal (-0,45 MPa). Hodnoty vodního potenciálu měly po celou dobu odběrů klesající tendenci, přičemž nejvyšší hodnota byla vždy naměřena u podnože Fercal varianty K. Ve druhém odběru byla hodnota -0,51 MPa, ve třetím -0,92 MPa a ve čtvrtém -1,02 MPa.

Hodnoty vodního potenciálu u odrůdy 'Ryzlink rýnský' byly v prvním odběru nejvyšší u podnože 125AA kontrolní varianty rostlin (-0,51 MPa). Oproti tomu u této podnože byla naměřena i nejnižší hodnota u varianty Z2 (-1,47 MPa). Ve druhém odběru byla nejvyšší hodnota u kontrolních rostlin podnože 5BB (-0,36 MPa). U podnože 5BB byla zároveň naměřena i nejnižší hodnota u varianty Z3 (-2,06 MPa). Při třetím odběru byla nejvyšší varianta znovu u kontrolních rostlin podnože 5BB (-0,13 MPa). Ve čtvrtém odběru obecně hodnoty mírně klesly. Nejvyšší hodnota byla naměřena znovu u kontrolních rostlin podnože 5BB (-0,47 MPa).

Odrůda 'Sauvignon' rostoucí na podnoží SO4 měla při prvním odběru u kontrolních rostlin nejvyšší hodnotu (-0,44 MPa) a zároveň u rostlin varianty Z3 hodnotu nejnižší (-1,86 MPa). Ve druhém odběru byla zjištěna nejvyšší hodnota u podnože Fercal varianty K (-1,01 MPa). Při třetím měření měla nejvyšší hodnotu podnož SO4 varianty K (-0,47 MPa). Ve čtvrtém odběru nejvyšší hodnota u podnože SO4 varianty K stagnovala (-0,46 MPa). Naopak nejnižší hodnota byla naměřena u podnože Fercal varianty Z3 (-2,17 MPa).

Tabulka 6 Vodní potenciál (MPa) jednotlivých odrůd révy vinné ovlivněné podnoží, variantou a termínem měření

Odrůda/podnož	1. odběr	2. odběr	3. odběr	4. odběr
char/110rich/k	-0,66±0,02	-0,45±0,01	-0,75±0,02	-0,79±0,02
char/110rich/z2	-1,16±0,02	-1,39±0,03	-1,43±0,04	-1,58±0,07
char/110rich/z3	-1,82±0,02	-1,88±0,03	-1,85±0,02	-2±0,03
char/125aa/k	-0,6±0,01	-0,56±0,01	-0,67±0,02	-0,87±0,02
char/125aa/z2	-1,19±	-1,14±0,02	-1,23±0,02	-1,41±0,03
char/125aa/z3	-1,78±0,03	-1,88±0,03	-1,87±0,03	-1,97±0,04
char/5bb/k	-0,36±	-0,48±0,01	-0,37±0,01	-0,35±0,02
char/5bb/z2	-1,2±0,02	-1,14±0,02	-1,2±0,03	-1,28±0,03
char/5bb/z3	-1,51±0,02	-1,54±0,13	-1,56±0,03	-1,57±0,03
char/so4/k	-0,49±0,01	-0,52±0,01	-0,59±0,02	-0,61±0,02
char/so4/z2	-1,15±0,01	-1,24±0,01	-1,34±0,03	-1,32±0,02
char/so4/z3	-1,78±0,03	-1,82±0,03	-1,81±0,03	-2,05±0,03
rm/5bb/k	-1,19±0,02	-1,33±0,08	-1,4±0,02	-1,53±0,03
rm/5bb/z2	-1,24±0,02	-1,35±0,02	-1,36±0,03	-1,35±0,02
rm/5bb/z3	-1,52±0,02	-1,5±0,02	-1,78±0,03	-1,98±0,03
rm/fercal/k	-0,45±0,01	-0,51±0,01	-0,92±0,02	-1,02±0,02
rm/fercal/z2	-0,86±	-0,87±0,35	-1,25±0,03	-1,48±0,02
rm/fercal/z3	-1,47±0,02	-1,51±0,02	-1,52±0,02	-1,71±0,03
rr/125aa/k	-0,51±	-0,55±0,01	-0,75±0,01	-0,7±0,01
rr/125aa/z2	-1,47±0,02	-1,45±0,02	-1,4±0,03	-1,08±0,02
rr/125aa/z3	-1,63±0,02	-1,99±0,04	-2,02±0,02	-2,09±0,03
rr/5bb/k	-0,65±0,01	-0,36±0,01	-0,13±0,24	-0,47±0,02
rr/5bb/z2	-1,19±0,02	-1,21±0,03	-1,24±0,02	-1,48±0,03
rr/5bb/z3	-1,94±0,02	-2,06±0,03	-2,09±0,02	-2,17±0,02
rr/so4/k	-0,44±0,01	-0,71±0,01	-0,89±0,02	-0,74±0,01
rr/so4/z2	-1,15±0,02	-1,19±0,02	-1,17±0,01	-1,2±0,02
rr/so4/z3	-1,5±0,03	-1,49±0,02	-1,78±0,02	-1,87±0,03
svg/110rich/k	-1,44±0,02	-1,29±0,08	-1,34±0,02	-1,26±0,03
svg/110rich/z2	-1,33±0,02	-1,58±0,02	-1,64±0,02	-1,77±0,03
svg/110rich/z3	-1,52±0,02	-1,66±0,02	-1,46±0,03	-1,56±0,02
svg/5bb/k	-0,8±0,02	-2,01±0,03	-0,65±0,01	-0,56±0,01
svg/5bb/z2	-1,46±0,02	-1,52±0,03	-1,57±0,03	-1,48±0,03
svg/5bb/z3	-1,27±0,02	-1,34±0,02	-1,27±0,03	-1,39±0,03
svg/fercal/k	-0,94±0,01	-1,01±0,01	-0,61±0,01	-0,58±0,01
svg/fercal/z2	-1,16±0,02	-1,19±0,02	-1,2±0,02	-1,26±0,02
svg/fercal/z3	-1,89±0,04	-2,07±0,03	-2,1±0,03	-2,17±0,03
svg/so4/k	-0,44±0,01	-2,58±0,03	-0,47±0,01	-0,46±0,02
svg/so4/z2	-1,37±0,02	-1,45±0,02	-1,44±0,02	-1,56±0,03
svg/so4/z3	-1,86±0,04	-2,08±0,03	-2,06±0,02	-2,08±0,03

Graf 7 uvádí hodnoty vodního potenciálu v závislosti na odrůdě/podnoži a variantě pokusu.

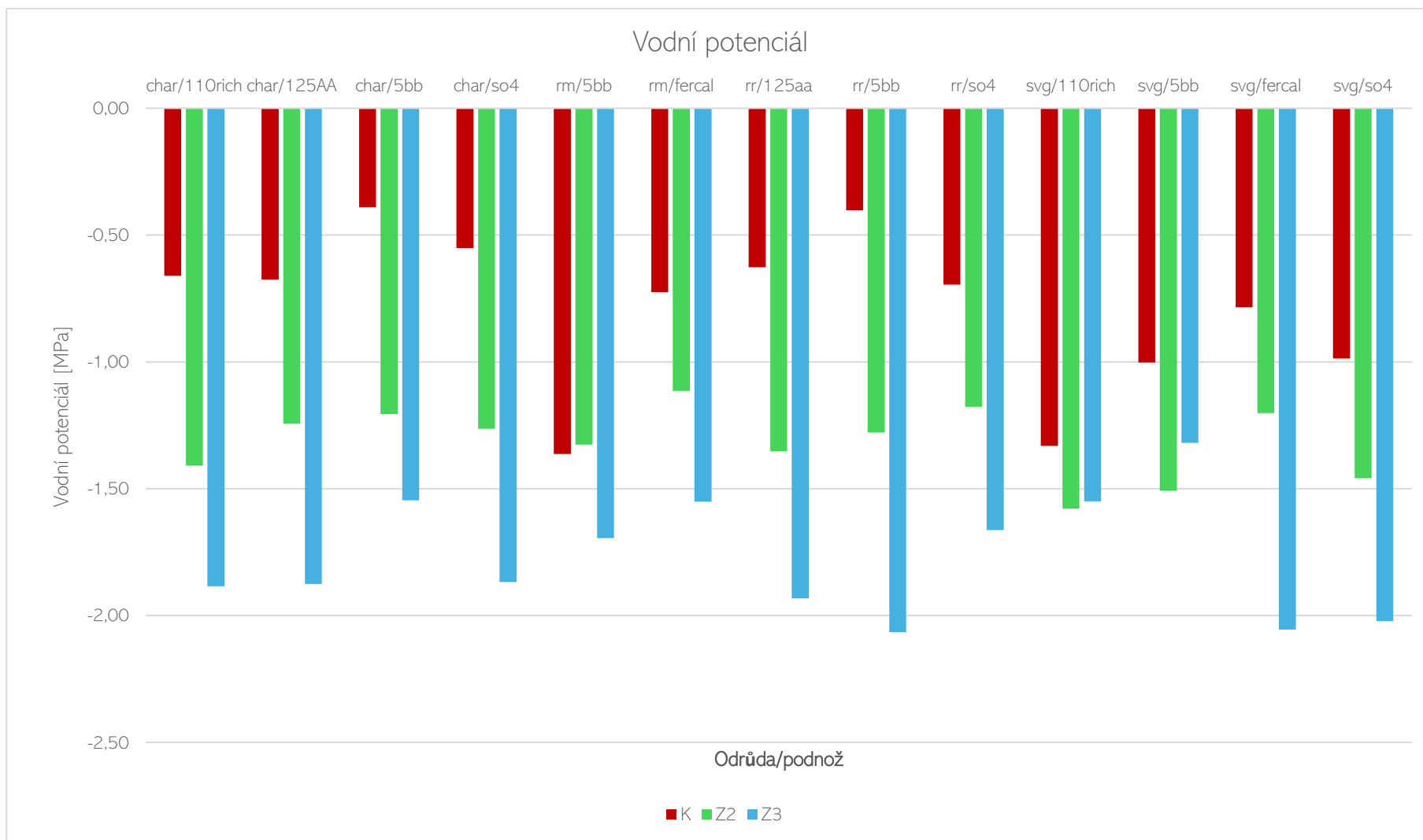
Hodnoty vodního potenciálu klesaly úměrně v závislosti na působení stresoru. Kontrolní rostliny vykazovaly vyšší hodnoty vodního potenciálu v porovnání s variantami s omezenou zálivkou, přičemž průkazně nejnižších hodnot dosahovaly rostliny z varianty Z3. V případě kontrolních rostlin byl vodní potenciál v rozpětí hodnot -1,36 MPa ('Rulandské modré' na podnoži 5BB) až -0,39 MPa (odrůda 'Chardonnay' s podnoží 5BB). U rostlin z varianty Z3 byl vodní potenciál nejnižší u odrůdy 'Ryzlink rýnský' na podnoži 5BB (-2,07 MPa), naopak nejvyšší hodnota byla u odrůdy 'Sauvignon' s podnoží 5BB (-1,32 MPa).

Výše uvedená tvrzení byla potvrzena u 10 kombinací odrůdy a podnože v případě kontrolních rostlin – odrůda 'Chardonnay' na podnožích 110 Richter (-0,66 MPa), 125 AA (-0,68 MPa), 5BB (-0,39 MPa) a SO4 (-0,55), 'Rulandské modré' na podnoži Fercal (-0,73 MPa), 'Ryzlink rýnský' na podnožích 125 AA (-0,63 MPa), 5BB (-0,4 MPa) a SO4 (-0,7 MPa) a odrůda 'Sauvignon' na podnožích Fercal (-0,79 MPa) a SO4 (-0,99 MPa).

Odrůda 'Sauvignon' na podnoži 5BB měla rovněž nejvyšší vodní potenciál u kontroly (-1 MPa), a však Z3 (-1,32 MPa) dosahovala vyšších hodnot než Z2 (-1,51 MPa). Obdobný výsledek byl zaznamenán i u odrůdy 'Sauvignon' rostoucí na podnoži 110 Richter – K (-1,33 MPa), Z2 (-1,58 MPa), Z3 (-1,55 MPa).

Hodnoty vodního potenciálu u odrůdy 'Rulandské modré' na podnoži 5BB byly nejvyšší u varianty Z2 (-1,33 MPa), nejnižší u varianty Z3 (-1,7 MPa).

Obecně lze konstatovat, že v rámci vodního potenciálu citlivěji na vodní deficit reagovala většina kombinací odrůd s podnožemi ('Ryzlink rýnský' na podnožích 5BB, 125AA a SO4, 'Sauvignon' na podnožích Fercal a SO4, 'Chardonnay' na podnožích 110 Richter, 125 AA a SO4, 'Rulandské modré' na podnoži 5BB). Vyšších hodnot dosahovaly rostliny z varianty Z2 – 'Rulandské modré' na podnoži Fercal (-1,11 MPa), 'Ryzlink rýnský' na podnoži SO4 (-1,18 MPa), 'Sauvignon' na podnoži Fercal (-1,2 MPa) a 'Chardonnay' na podnoži 5BB (-1,21 MPa).



Graf 7 Průměrné hodnoty vodního potenciálu (MPa) u vybraných odrůd révy vinné v závislosti na variantě pokusu a podnoži

6 Diskuze

6.1 Celkový chlorofyl

Z uvedených výsledků vyplývá, že působení vodního deficitu ovlivňovalo obsah chlorofylu v listech révy vinné. V porovnání s kontrolními rostlinami měly některé stresované varianty méně chlorofylu. Jednalo se zejména o odrůdy 'Chardonnay' (110 Richter, 125 AA, 5BB, SO4), 'Rulandské modré' (Fercal), 'Ryzlink rýnský' (5BB) a 'Sauvignon' (5BB). Lessani et al. (2012) ve své studii uvádí dočasný pokles chlorofylu u révy v podmínkách vodního deficitu. Výsledky se shodují s částí výsledků v diplomové práci. Studie také odhalila, že mírný (-0,6 MPa) stres vodním deficitem ovlivňuje fotosyntézu, zatímco střední (-1 MPa) a silný (-1,5 MPa) stres ovlivňuje chlorofyl, bílkoviny, aktivitu peroxidázy a hladinu rozpustných sacharidů.

Byly potvrzeny meziodrůdové rozdíly, kdy se hodnoty obsahu celkového chlorofylu lišily. Tento závěr potvrzuje např. Canda et al. (2023), kteří konstatují, že se hodnoty obsahu chlorofylu významně lišily mezi odrůdami. Zkoumáno bylo 5 skupin s různou mírou deficitní závlahy. Maximální množství stanovené závlahy pro pokus byla aplikována na kontrolní skupinu rostlin. Další varianty měly 70 %, 50 %, 25 % a 0 % z maximální zavlažovací dávky.

Zbytek kombinací rostlinného materiálu v pokusu diplomové práce vykazoval opačný trend, a to zvýšený obsah chlorofylu u stresovaných variant. Tento jev potvrzuje i studie Kamiloğlu et al. (2004), kde byl zkoumán vliv různých kultivarů stolních odrůd révy vinné naroubované na podnoží 1103 P. Rostliny byly vystaveny vodnímu stresu po dobu 40 dní. Omezení vody na 60 % způsobilo u všech kultivarů pokles většiny fyziologické aktivity, bylo však pozorováno zvýšení obsahu chlorofylu u 'Crimson Seedless', 'Superior Seedless', 'Razaki' a 'Horoz Karasi'. Nárůst obsahu chlorofylu u některých odrůd potvrdili i Khandani et al. (2023). Za účelem zkoumání odolnosti íránských a zahraničních odrůd révy vinné vůči suchu byl proveden hrnkový pokus s 5 opakováními a expozicí 20 íránských a zahraničních zakořeněných kultivarů révy vinné ve dvou variantách – kontrolní a stresované vodním deficitem.

Rozdíl v obsahu chlorofylu by mohl být odůvodněn kombinací různých typů podnoží a odrůd. Rozdíl v obsahu chlorofylu u odlišných podnoží potvrzují ve své studii Kucukbasmaci & Sabir (2019). Zkoumali odrůdu révy vinné na devíti podnožích, kde byla oproti kontrolní skupině snížena závlaha na 40 %. Podnože významně modulovaly fyziologii a vegetativní růst odrůdy v různé míře podle svých genetických vlastností. Odlišné fyziologické charakteristiky

mezi podnožemi popsali také Silva et al. (2024). Ve své studii využili tři způsoby závlahy. Kontrolní varianta byla zavlažována na 100 %, dvě zkušební varianty pouze z 50 % a 20 %.

6.2 Karotenoidy

Khandani et al. (2023) uvádějí, že vlivem působení stresoru se obsah karotenoidů u některých odrůd snížil. Se studií korelují i výsledky výzkumu diplomové práce. Stejně jako u obsahu chlorofylu v listech révy vinné vyplývá z výsledků s karotenoidy shodné závěry. Vodní deficit měl na některé rostliny pozitivní (Ryzlink rýnský na podnoži SO4, Sauvignon na podnoži SO4) a na některé (Chardonnay s podnoží 5BB) negativní vliv. V porovnání s kontrolními rostlinami měly stresované varianty karotenoidů méně. Nižší obsah karotenoidů se objevil u odrůdy ‘Chardonnay‘ (110 Richter, 125 AA, 5BB, SO4), ‘Ryzlink rýnský‘ (5BB) a ‘Sauvignon‘ (5BB).

Zbytek kombinací rostlinného materiálu v pokusu diplomové práce vykazoval opačný trend, a to zvýšené hodnoty karotenoidů u stresovaných variant. Rozdíl v obsahu karotenoidů v listech rostlin by mohl být odůvodněn kombinací různých typů podnoží a odrůd. Silva et al. (2024) ve studii uvádí změny fyziologických charakteristik u různých podnoží v rámci vodního deficitu. Kontrolní varianta byla zavlažována na 100 %, dvě zkušební varianty pouze z 50 % a 20 %. V závěru uvádí, že při porovnání kontrolních rostlin a rostlin zatížených stresem nebylo zjištěno průkazné snížení obsahu karotenoidů u žádné podnože.

V rozporu se získanými výsledky obsahu karotenoidů jsou Zulini et al. (2007). Při jejich výzkumu nebyly koncentrace listového pigmentu, včetně karotenoidů, vodním stresem ovlivněny.

6.3 Fotosyntéza

Z výsledků diplomové práce vyplývá pozitivní i negativní vliv vodního deficitu na rychlost fotosyntézy v listech révy vinné. Vyšší hodnoty kontrolních variant byly u odrůd ‘Chardonnay‘ (na podnožích 110 Richter, 5BB), ‘Rulandské modré‘ (na podnožích Fercal a 125AA), ‘Ryzlink rýnský‘ (na podnoži 5BB) a ‘Sauvignon‘ (na podnoži 5BB). Se zmíněnými výsledky se shoduje studie, kde Flexas et al. (2002) v závěru popsali snížení rychlosti fotosyntézy s rostoucím vodním deficitem. Tento trend potvrdili Escalona et al. (2003). Ve studii zmiňují vliv silného vodního deficitu (v rámci sezónního sucha) na fotosyntézu směrem ke snižování jejích hodnot. Snížení rychlosti fotosyntézy v rámci vodního deficitu také potvrdili Hejnák et al. (2015). Ve studii se zabývali krátkodobým působením stresoru

na juvenilní rostliny chmele. Hodnoty rychlosti fotosyntézy u sledovaných druhů v důsledku vodního deficitu zjevně poklesly.

U některých odrůd (např. Rulandské modré s podnoží 5BB a Chardonnay na podnoží SO4) variant zatížené stresem byla ve výzkumu zjištěna vyšší rychlost fotosyntézy v porovnání s kontrolní variantou. Tento fakt potvrzuje i studie Lessani et al. (2012), ve které je popsána vyšší fotosyntetická aktivita odrůdy 'Sahani' při využití střední zálivky oproti kontrolní variantě.

Lessani et al. (2012) se se svou studií shodují s výsledky diplomové práce, kdy byly zjištěny meziodrůdové rozdíly v rychlosti fotosyntézy. Uvedenou skutečnost zdůvodňují tím, že rostliny s vyšší listovou plochou mají vyšší odolnost vůči suchu a vyšší schopnost fotosyntézy. Studovali rozdíly dvou odrůd a výsledky ukázaly, že odrůda "Sahani" má vyšší toleranci k podmínkám sucha ve srovnání s odrůdou "Bidane-Sefid".

Určitý efekt na rychlost fotosyntézy mají i typy podnoží, na které byly pro pokus do DP naroubované odrůdy. S tímto faktem se ztotožňuje studie provedená na jedné odrůdě a různých podnožích. Kucukbasmaci & Sabir (2019) uvádí, že podnože v různé míře významně modulovaly fyziologii (včetně fotosyntézy) podle svých genetických vlastností. Nejvýraznější z hlediska zmírnění nepříznivého vlivu vodního deficitu na fyziologii a růst byla podnož 140 Ru. Jako nejlepší byla vyhodnocena z důvodu, že u většiny zkoumaných charakteristik nebyl nalezen významný rozdíl mezi deficitní a plnou závlahou.

6.4 Transpirace

Z výsledků diplomové práce vyplývá, že u některých odrůd (Chardonnay na podnoží 110 Richter, 5BB; 'Rulandské modré' s podnoží 5BB; 'Ryzlink rýnský' na podnoží 125AA a 'Sauvignon' na podnoží 110 Richter, 5BB a Fercal) byly zjištěny vyšší hodnoty transpirace u kontrolních rostlin oproti variantám se sníženou zálivkou. Zmíněné výsledky se shodují se studií Hejnák et al. (2015), kteří uvádí, že u sledovaných odrůd chmele byl v rámci krátkodobého zatížení vodním deficitem zjevný pokles hodnot transpirace.

Kucukbasmaci & Sabir (2019) potvrzují závěry u zbylých odrůd a podnoží. Uvedení autoři studovali stolní odrůdu 'Prima' révy vinné na devíti podnožích, kde byla oproti kontrolní skupině snížena zálivka na 40 %. Podnože významně modulovaly fyziologii a vegetativní růst odrůdy 'Prima' v různé míře podle svých genetických vlastností.

Ve své studii zkoumali odrůdu révy vinné na devíti podnožích, kde byla oproti kontrolní skupině snížena závlivka na 40 %. Podnože významně modulovaly fyziologii a vegetativní růst odrůdy v různé míře podle svých genetických vlastností.

Odlišnost v reakci podnoží potvrzují také Galbignani et al. (2016). Ve studii byl navozen postupný vodní deficit snížením dodávky vody na 70, 50 a 30 %. Výsledkem byl rozdíl mezi dvěma podnožemi, kdy M4 vykazovala pomalejší progresi stresu. Hodnocení proběhlo na základě vodního potenciálu listů. Podnož si zachovala vyšší rychlost výměny CO₂ a rychlost transpirace na jednotku listové plochy při všech úrovních závlahy.

6.5 Fluorescence

Z výsledků diplomové práce vyplývá převážně pozitivní vliv vodního deficitu na fluorescenci chlorofylu. Ve většině případů, vyjma odrůdy ‘Rulandské modré’ na podnoži Fercal, byly vyšší hodnoty naměřeny u stresovaných variant. Jednalo se zejména o varianty se střední závlivkou. Výsledek je shodný se studií Zulini et al. (2007), kteří po dobu 40 dní měřili fyziologickou aktivitu zavlažovaných a nezavlažovaných rostlin révy vinné. 20 dní po založení pokusu nebyly hodnoty fluorescence ovlivněny.

Výsledek práce se však neshoduje se studií Karimpour (2019), ve které se hodnotil vliv deficitu vody na parametry fluorescence u genotypů kukuřice. Autor uvádí, že se při aplikaci stresoru fluorescence snížila, což poukazuje na negativní vliv vodního deficitu.

Byly nalezeny rozdíly mezi stresovanými variantami, kdy hodnoty fluorescence s nárůstem vodního deficitu klesaly. Tento závěr potvrzuje např. Jiao et al. (2023), kteří uvádí, že mezi kontrolními variantami nebyly zjištěny žádné významné rozdíly v hodnotách fluorescence. Dále však uvádějí kontinuální pokles hodnot fluorescence u variant zatížené vodním deficitem.

6.6 Vodní potenciál

Z výsledků výzkumu diplomové práce je patrný vliv míry závlivky na rostliny. Rostliny v rámci působení vodního deficitu vykazovaly nižší hodnoty oproti kontrolní variantě. Tyto výsledky potvrzuje studie Khandani et al. (2023). Ve svých výsledcích uvádí významné ovlivnění vodního potenciálu určitých odrůd ve smyslu snížení hodnot při deficitní závlahové strategii. Hochberg et al. (2013) také uvádí obecné snížení fyziologické aktivity révy vinné. Ve své studii zkoumali i rozdíl reakcí mezi dvěma odrůdami ‘Cabernet Sauvignon’ a ‘Shiraz’. Bylo prokázáno, že odrůdy mají odlišnou míru reakce na vodní deficit. Tato teze rozdílných

reakcí na stresor je v souladu s výsledky diplomové práce, kde některé odrůdy vykazovaly poměrně dobrou odolnost vůči vodnímu deficitu. Další studie, shodující se s výsledky v diplomové práci byla prováděna na mladých rostlinách chmele. Hejnák et al. (2015) uvádí, že hladiny vodního potenciálu poklesly v důsledku působení krátkodobého vodního deficitu.

Mezidruhové rozdíly hodnot vodního potenciálu byly zjištěny v diplomové práci a potvrzeny výsledky studie Hejnák et al. (2015), kteří uvádí odlišný pokles u jednotlivých odrůd.

Vodní potenciál není ovlivněn pouze výběrem odrůdy, ale také typem podnože. V diplomové práci nebyly zjištěny velké rozdíly hodnot v rámci podnoží. Rozdílnou reakcí podnoží se zabývali Galbignani et al. (2016). Experiment byl proveden na 12 dvouletých rostlinách révy vinné, které byly naroubované na dvě podnože. Vodní deficit byl vyvolán snížením závlahy na 70 %, 50 % a 30 % vůči kontrolní variantě. Podnož SO4 vykazovala pomalejší progresi stresu oproti podnoži M4.

7 Závěr

V této diplomové práci byl u čtyř odrůd révy vinné (*Vitis vinifera*) rostoucích na pěti podnožích sledován vliv deficitu vody na fyziologii rostliny.

Ze získaných výsledků byly potvrzeny následující hypotézy:

1. Existují genotypové rozdíly v reakci rostlin na závlahu (vodní deficit).
 - Jako tolerantní na vodní deficit se jeví odrůda Chardonnay.
 - Naopak jako citlivá odrůda na vodní deficit se jeví odrůda Rulandské modré.
2. Existuje vliv podnože na odolnost/citlivost vůči vodnímu deficitu.
 - Na vodní deficit reagovala nejcitlivěji podnož Kober125 AA, naopak jako rezistentní se jeví podnož SO4.
4. Existují genotypové rozdíly rostlin ve sledovaných fyziologických parametrech.
 - Chlorofyl: Nejvyšší množství celkového chlorofylu měla odrůda Sauvignon a nejnižší odrůda Rulandské modré.
 - Nejvyšší obsah karotenoidů měla odrůda Chardonnay a nejnižší obsah karotenoidů měla odrůda Rulandské modré.
 - Průkazně nejvyšší rychlost fotosyntézy byla naměřena u odrůdy Chardonnay a nejnižší u odrůdy Sauvignon.
 - Nejvyšší rychlost transpirace měla odrůda Ryzlink rýnský, naopak nejnižší odrůda Rulandské modré.
 - Nejvyšší fluorescenci měla odrůda Sauvignon a na straně druhé nejnižší Ryzlink rýnský.
 - Vodní potenciál: Nejvyšší průměrné hodnoty vodního potenciálu měla odrůda Ryzlink rýnský. Nejcitlivěji reagovala odrůda Sauvignon.

Následující hypotézu nebylo možné potvrdit:

.4. Rostliny ovlivněné vodním deficitem budou vykazovat nižší fyziologickou aktivitu v porovnání s rostlinami kontrolními.

- Hodnoty fluorescence byly u stresovaných rostlin nižší u odrůd Chardonnay, Ryzlink rýnský a Sauvignon. Stresované rostliny odrůdy Rulandské modré měly průměrné hodnoty fluorescence v porovnání s kontrolními vyšší.

- V porovnání s rostlinami kontrolními vykazovaly odrůdy Chardonnay a Ryzlink rýnský nižší rychlost fotosyntézy a obsahu pigmentů. Stresované rostliny odrůd Rulandské modré a Sauvignon vykazovaly v průměru vyšší fotosyntézu a obsah pigmentů.
- U transpirace a vodního deficitu vykazovaly rostliny zatížené vodním deficitem nižší hodnoty oproti kontrolním.

8 Literatura

Pro tvorbu citací byl použit citační manažer citacepro.com

ODBORNÁ LITERATURA

1. AHMADI SH, ANDERSEN MN, PLAUBORG F. et al. Effects of irrigation strategies and soils on field-grown potatoes: Gas exchange and xylem [ABA]. Online. *Agricultural Water Management*. 2010, roč. 97, č. 10, s. 1486-1494. ISSN 03783774. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2010.05.002>. [cit. 2024-02-04].
2. ALLEWELDT G, SPIEGEL-ROY P, REISCH B. GRAPES (VITIS). Online. *Acta Horticulturae*. 1991, č. 290, s. 291-330. ISSN 0567-7572. Dostupné z: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1991.290.7>. [cit. 2024-01-29].
3. ANDRET-LINK P, HOFFMANN C, VALAT L. Grapevine fanleaf virus: Still a major threat to the grapevine industry. *Journal of Plant Pathology* [online]. 2004, **86**(3), 183-195 [cit. 2024-01-15]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/242759853_Grapevine_fanleaf_virus_Still_a_major_threat_to_the_grapevine_industry
4. ANWAR A, KIM JK. Transgenic Breeding Approaches for Improving Abiotic Stress Tolerance: Recent Progress and Future Perspectives. Online. *International Journal of Molecular Sciences*. 2020, roč. 21, č. 8. ISSN 1422-0067. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/ijms21082695>. [cit. 2024-03-05].
5. ATAK A. New Perspectives in Grapevine (Vitis spp.) Breeding. Online. In: WANG, Haiping (ed.). *Case Studies of Breeding Strategies in Major Plant Species*. IntechOpen, 2023. ISBN 978-1-80356-104-2. Dostupné z: <https://doi.org/10.5772/intechopen.105194>. [cit. 2024-03-05].
6. BAVARESCO, L. Impact of grapevine breeding for disease resistance on the global wine industry. Online. *Acta Horticulturae*. 2019, č. 1248, s. 7-14. ISSN 0567-7572. Dostupné z: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2019.1248.2>. [cit. 2024-03-03].
7. BERNARDO S, DINIS LT, MACHADO N et al. Grapevine abiotic stress a ssesment and search for sustainable adaptation strategies in Mediterranean-like climates. a review. *Agron. Sustain. Dev.* **38**, 66 (2018). <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0544-0>
8. BOISSELET, F. Description of Rootstock Varieties. *PlantGrape* [online]. 2022 [cit. 2024-02-13]. Dostupné z: <https://www.plantgrape.fr/en/varieties/rootstock-varieties/29#description>

9. BOLAJI UMAR O, AMUDALAT RANTI L, SHEHU ABDULBAKI a et al. Stresses in Plants: Biotic a nd Abiotic. Online. In: ANSARI, Mahmood-ur-Rahman (ed.). *Current Trends in Wheat Research*. IntechOpen, 2022. ISBN 978-1-83968-593-4. Dostupné z: <https://doi.org/10.5772/intechopen.100501>. [cit. 2024-01-15].
10. BOSS PK, BUCKERIDGE EJ, POOLE A, THOMAS MR. (2003). New insights into grapevine flowering. *Functional Plant Biology*, 30(6), 593. doi:10.1071/fp02112
11. BRAY EA. Plant responses to water deficit. Online. *Trends in Plant Science*. 1997, roč. 2, č. 2, s. 48-54. ISSN 13601385. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S1360-1385\(97\)82562-9](https://doi.org/10.1016/S1360-1385(97)82562-9). [cit. 2024-02-02].
12. CALLEC C, PTÁČEK L, SVOBODOVÁ L. *Víno: velký obrazový lexikon*. 3. vyd. Čestlice: Rebo, 2007. ISBN 978-80-7234-889-3.
13. CALLEC C. *Encyklopedie vína*. 2. vyd. Čestlice: Rebo, 2001. ISBN 80-7234-068-9.
14. CAMPOS G, CHIALVA C, MIRAS S, LIJAVETZKY D. New Technologies and Strategies for Grapevine Breeding Through Genetic Transformation. Online. *Frontiers in Plant Science*. 2021, roč. 12. ISSN 1664-462X. Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.767522>. [cit. 2024-03-13].
15. CANDAR S, SEÇKIN GU, KIZILDENIZ T, KORKUTAL İ, BAHAR E. Variations of Chlorophyll, Proline, a nd Abscisic Acid (ABA) Contents in Grapevines (*Vitis Vinifera* L.) Under Water Deficit Conditions. Online. *Erwerbs-Obstbau*. 2023, roč. 65, č. 6, s. 1965-1977. ISSN 0014-0309. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10341-023-00875-y>. [cit. 2024-04-19].
16. CARMONA MJ, CHAIB J, MARTINEZ-ZAPATER JM, THOMAS MR. a molecular genetic perspective of reproductive development in grapevine. Online. *Journal of Experimental Botany*. 2008, roč. 59, č. 10, s. 2579-2596. ISSN 0022-0957. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/jxb/ern160>. [cit. 2024-02-01].
17. CASTELLARIN SD, MATTHEWS MA, DI GASPERO G et al. Water deficits a ccelerate ripening and induce changes in gene expression regulating flavonoid biosynthesis in grape berries. Online. *Planta*. 2007, roč. 227, č. 1, s. 101-112. ISSN 0032-0935. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00425-007-0598-8>. [cit. 2024-01-27].
18. COLLINS C, WANG X, LESEFKO S, DE BEI R, FUENTES S. Effects of canopy management practices on grapevine bud fruitfulness. Online. *OENO One*. 2020, roč. 54, č. 2. ISSN 2494-1271. Dostupné z: <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2020.54.2.3016>. [cit. 2024-02-03].

19. CORSO M, BONGHI C. Grapevine rootstock effects on abiotic stress tolerance. Online. *Plant Science Today*. 2014, roč. 1, č. 3, s. 108-113. ISSN 23481900. Dostupné z: <https://doi.org/10.14719/pst.2014.1.3.64>. [cit. 2024-02-04].
20. COSTA JM, ORTUÑO MF, CHAVES MM. Deficit Irrigation as a Strategy to Save Water: Physiology and Potential Application to Horticulture. Online. *Journal of Integrative Plant Biology*. 2007, roč. 49, č. 10, s. 1421-1434. ISSN 1672-9072. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1672-9072.2007.00556.x>. [cit. 2024-02-03].
21. COSTA JM, ORTUÑO MF, LOPES CM, CHAVES MM. Grapevine varieties exhibiting differences in stomatal response to water deficit. Online. *Functional Plant Biology*. 2012, roč. 39, č. 3. ISSN 1445-4408. Dostupné z: <https://doi.org/10.1071/FP11156>. [cit. 2024-03-05].
22. CRAMER GR, URANO K, DELROT S, PEZZOTTI M, SHINOZAKI K. Effects of abiotic stress on plants: a systems biology perspective. Online. *BMC Plant Biology*. 2011, roč. 11, č. 1. ISSN 1471-2229. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/1471-2229-11-163>. [cit. 2024-02-25].
23. DAYER S, HERRERA JC, DAI Z, BURLETT R, LAMARQUE LJ, DELZON S, BORTOLAMI G, COCHARD H, GAMBETTA GA. 2020. The sequence and thresholds of leaf hydraulic traits underlying grapevine varietal differences in drought tolerance. *Journal of Experimental Botany*. 71: 4333-4344.
24. DRY PR, LOVEYS BR, MCCARTHY MG et al. Strategic irrigation management in Australian vineyards. Online. *OENO One*. 2016, roč. 35, č. 3, s. 129-139. ISSN 2494-1271. Dostupné z: <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2001.35.3.1699>. [cit. 2024-02-03].
25. DUKHOVSKIS P, JUKNYS R, BRAZAITYTE A, ZUKAUSKAITE I. 2003. Online. *Russian Journal of Plant Physiology*, 50(2), 147–154. ISSN 10214437. Dostupné z: <https://doi.org/10.1023/A:1022933210303> [cit. 2024-03-18].
26. EHLERS W, GOSS M. 2016. *Water dynamics in plant production*, 2nd Edition. CABI, Boston.
27. ESCALONA JM, FLEXAS J, BOTA J, MEDRANO H. (2015). Distribution of leaf photosynthesis and transpiration within grapevine canopies under different drought conditions. *Vitis - Journal of Grapevine Research*, 42(2), 57-64. doi: 10.5073/vitis.2003.42.57-64. Dostupné z: <https://ojs.openagrar.de/index.php/VITIS/article/view/4391>

28. ESTREICHER SK. The beginning of wine and viticulture. Online. *Physica status solidi c*. 2017, roč. 14, č. 7. ISSN 1862-6351. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/pssc.201700008>. [cit. 2024-01-14].
29. FERNANDES-SILVA A, OLIVEIRA M, PAÇO AT, FERREIRA I. Deficit Irrigation in Mediterranean Fruit Trees and Grapevines: Water Stress Indicators and Crop Responses. Online. In: ONDRAŠEK, Gabrijel (ed.). *Irrigation in Agroecosystems*. IntechOpen, 2019. ISBN 978-1-78984-923-3. Dostupné z: <https://doi.org/10.5772/intechopen.80365>. [cit. 2024-02-03].
30. FERRANDINO A, LOVISOLO C. Abiotic stress effects on grapevine (*Vitis vinifera* L.): Focus on abscisic acid-mediated consequences on secondary metabolism and berry quality. Online. *Environmental and Experimental Botany*. 2014, roč. 103, s. 138-147. ISSN 00988472. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2013.10.012>. [cit. 2024-01-27].
31. FISCHER C. *Lexikon vín*. 2. vyd. Přeložil Renata PEŠKOVÁ. Čestlice: Rebo, 2007. ISBN 978-80-7234-859-6.
32. FLEXAS J, BOTA J, ESCALONA JM, SAMPOL B, MEDRANO H. Effects of drought on photosynthesis in grapevines under field conditions: an evaluation of stomatal and mesophyll limitations. Online. *Functional Plant Biology*. 2002, roč. 29, č. 4. ISSN 1445-4408. Dostupné z: <https://doi.org/10.1071/PP01119>. [cit. 2024-04-19].
33. FLEXAS J, GALMÁS J, GALLÀ A, GULÀS J, POU a et al. Improving water use efficiency in grapevines: potential physiological targets for biotechnological improvement. Online. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2010, roč. 16, s. 106-121. ISSN 13227130. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2009.00057.x>. [cit. 2024-02-03].
34. FONTAINE F, PINTO C, VALLET J, CLÉMENT C, GOMES AC et al. The effects of grapevine trunk diseases (GTDs) on vine physiology. Online. *European Journal of Plant Pathology*. 2016, roč. 144, č. 4, s. 707-721. ISSN 0929-1873. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10658-015-0770-0>. [cit. 2024-01-15].
35. FRAGA H, MALHEIRO AC, MOUTINHO-PEREIRA J, SANTOS JA. An overview of climate change impacts on European viticulture. Online. *Food and Energy Security*. 2012, roč. 1, č. 2, s. 94-110. ISSN 2048-3694. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/fes3.14>. [cit. 2024-02-04].
36. GALBIGNANI M, MERLI MC, MAGNANINI E, BERNIZZONI F, TALAVERANO I et al. Gas exchange and water-use efficiency of cv. Sangiovese grafted to rootstocks

- of varying water-deficit tolerance. Online. *Irrigation Science*. 2016, roč. 34, č. 2, s. 105-116. ISSN 0342-7188. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00271-016-0490-z>. [cit. 2024-04-19].
37. GALINDO A, COLLADO-GONZÁLEZ J, GRIÑÁN I, CORELL M, CENTENO a et al. Deficit irrigation and emerging fruit crops as a strategy to save water in Mediterranean semiarid a grosystems. Online. *Agricultural Water Management*. 2018, roč. 202, s. 311-324. ISSN 03783774. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2017.08.015>. [cit. 2024-02-04].
38. GASPAR T, FRANCK T, BISBIS B, KEVERS C, JOUVE L et al. Online. *Plant Growth Regulation*. Roč. 37, č. 3, s. 263-285. ISSN 01676903. Dostupné z: <https://doi.org/10.1023/A:1020835304842>. [cit. 2024-01-15].
39. GIESE GC, VELASCO-CRUZ C, LEONARDELLI M. Grapevine Phenology: Annual Growth and Development. *New Mexico State University* [online]. 2020 [cit. 2024-02-01]. Dostupné z: https://pubs.nmsu.edu/_h/H338/
40. GULL A, AHMAD LONE A, UL ISLAM WANI N. Biotic and Abiotic Stresses in Plants. Online. In: BOSCO DE OLIVEIRA, Alexandre (ed.). *Abiotic a nd Biotic Stress in Plants*. IntechOpen, 2019. ISBN 978-1-78923-811-2. Dostupné z: <https://doi.org/10.5772/intechopen.85832>. [cit. 2024-01-15].
41. HAGHVERDI A, NAJARCHI M, ÖZTÜRK HS, DURNER W. Studying Unimodal, Bimodal, PDI a nd Bimodal-PDI Variants of Multiple Soil Water Retention Models: I. Direct Model Fit Using the Extended Evaporation a nd Dewpoint Methods. Online. *Water*. 2020, roč. 12, č. 3. ISSN 2073-4441. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/w12030900>. [cit. 2024-02-21].
42. HANNAH L, ROEHRDANZ PR, IKEGAMI M, SHEPARD AV, SHAW MR et al. Climate change, wine, and conservation. Online. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2013, roč. 110, č. 17, s. 6907-6912. ISSN 0027-8424. Dostupné z: <https://doi.org/10.1073/pnas.1210127110>. [cit. 2024-02-03].
43. HEJNÁK V, HNILIČKOVÁ H, HNILIČKA F. Physiological response of juvenile hop plants to water deficit. Online. *Plant, Soil and Environment*. 2015, roč. 61, č. 7, s. 332-338. ISSN 12141178. Dostupné z: <https://doi.org/10.17221/279/2015-PSE>. [cit. 2024-04-05].
44. HELLMAN E. 2003. Grapevine Structure and Function. *Grape Grower's Handbook* Dostupné z:

https://www.researchgate.net/publication/237296145_Grapevine_Structure_and_Function

45. HIRAYAMA T, SHINOZAKI K. 2010. Research on plant abiotic stress responses in the post-genome era: past, present and future. *The Plant Journal* 61:1041–1052.
46. HLUŠEK J, BAROŇ M, BURG P. et al. *Réva vinná*. Praha: Profi Press, 2015. ISBN 978-80-86726-67-0.
47. HNILIČKOVÁ H, HNILIČKA F, KUKLOVÁ M et al. Rychlost fotosyntézy u vybraných druhů v prostředí imisně ovlivněných bukových ekosystémů. In: *Vliv a biotických a abiotických stresorů na vlastnosti rostlin* [online]. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby v. v. i., Praha – Ruzyně, 2013, s. 260-263 [cit. 2024-02-05]. ISBN 978-80-213-2357-5. Dostupné z: http://konference.agrobiologie.cz/2013-02-13/2791_Sbornik_stresy_2013.pdf
48. HOFSTETTER V, BUYCK B, CROLL D, VIRET O, COULOUX a et al. What if esca disease of grapevine were not a fungal disease? Online. *Fungal Diversity*. 2012, roč. 54, č. 1, s. 51-67. ISSN 1560-2745. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s13225-012-0171-z>. [cit. 2024-01-15].
49. HOCHBERG U, DEGU A, TOUBIANA D, GENDLER T, NIKOLOSKI Z et al. Metabolite profiling and network analysis reveal coordinated changes in grapevine water stress response. Online. *BMC Plant Biology*. 2013, roč. 13, č. 1. ISSN 1471-2229. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/1471-2229-13-184>. [cit. 2024-04-19].
50. HOLÁ D, BENEŠOVÁ M, HONNEROVÁ J et al. 2010. The evaluation of photosynthetic parameters in maize inbred lines subjected to water deficiency: Can these parameters be used for the prediction of performance of hybrid progeny? *Photosynthetica* 48:545–558.
51. HRADIL R, PAVLOUŠEK P, MUŠKA F, RUDOLFSKÝ L. *Biodynamické vinohradnictví a vinařství*. Praha: Grada Publishing, 2018. ISBN 978-80-271-0418-5.
52. CHAVES MM, ZARROUK O, FRANCISCO R et al. 2010. Grapevine under deficit irrigation: hints from physiological and molecular data. *Annals of Botany*. 105: 661-676.
53. JIAO S, ZENG F, HUANG Y, ZHANG L, MAO J et al. Physiological, biochemical and molecular responses associated with drought tolerance in grafted grapevine. Online. *BMC Plant Biology*. 2023, roč. 23, č. 1. ISSN 1471-2229. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s12870-023-04109-x>. [cit. 2024-04-19].

54. JIAO S, ZENG F, HUANG Y, ZHANG L, MAO J et al. Physiological, biochemical and molecular responses associated with drought tolerance in grafted grapevine. Online. *BMC Plant Biology*. 2023, roč. 23, č. 1. ISSN 1471-2229. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s12870-023-04109-x>. [cit. 2024-02-04].
55. JONES GV, WHITE MA, COOPER OR, STORCHMANN K. Climate Change and Global Wine Quality. Online. *Climatic Change*. 2005, roč. 73, č. 3, s. 319-343. ISSN 0165-0009. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10584-005-4704-2>. [cit. 2024-02-14].
56. JONES HG. Irrigation scheduling: advantages and pitfalls of plant-based methods. Online. *Journal of Experimental Botany*. 2004, roč. 55, č. 407, s. 2427-2436. ISSN 1460-2431. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/jxb/erh213>. [cit. 2024-02-03].
57. KAMILOĞLU Ö, SIVRITEPE N, ÖNDER S, DAGHAN H. (2004). Effects of water stress on plant growth and physiological characteristics of some grape varieties. *Fresenius Environmental Bulletin*. PSP Volume 23 – No 9, 2155-2163. *Fresenius Environmental Bulletin*. 23. 2155-2163.
58. KARIMPOUR M. (2019). The effect of drought stress on the chlorophyll content, chlorophyll fluorescence parameters and yield in the maize cultivars. 7. 57-63. <https://www.researchgate.net/publication/337857356> The effect of drought stress on the chlorophyll content chlorophyll fluorescence parameters and yield in the maize cultivars
59. KELLER M. *The Science of Grapevines*. Online. Elsevier, 2015. ISBN 9780124199873. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/C2013-0-06797-7>. [cit. 2024-01-28].
60. KHANDANI Y, GHOLAMI M, SARIKHANI H, CHEHREGANI RA. Response of some vegetative and physiological traits of Iranian and foreign grape cultivars to drought stress. Online. 2023, article 11, s. 153-174. Dostupné z: <https://www.researchgate.net/publication/366855982> Response of some vegetative and physiological traits of Iranian and foreign grape cultivars to drought stress. [cit. 2024-04-19].
61. KOLENC Z, VODNIK D, MANDELIC S, JAVORNIK B, KASTELEC D et al. Hop (*Humulus lupulus* L.) response mechanisms in drought stress: Proteomic analysis with physiology. Online. *Plant Physiology and Biochemistry*. 2016, roč. 105, s. 67-78. ISSN 09819428. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2016.03.026>. [cit. 2024-01-28].

62. KONDOURAS S, TSIALTAS IT, ZIOZIOU E, NIKOLAOU N. Rootstock effects on the adaptive strategies of grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Cabernet–'Sauvignon') under contrasting water status: Leaf physiological and structural responses. Online. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2008, roč. 128, č. 1-2, s. 86-96. ISSN 01678809. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2008.05.006>. [cit. 2024-02-04].
63. KRANNER I, MINIBAYEVA FV, BECKETT RP, SEAL CE. What is stress? Concepts, definitions and applications in seed science. Online. *New Phytologist*. 2010, roč. 188, č. 3, s. 655-673. ISSN 0028-646X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2010.03461.x>. [cit. 2024-01-15].
64. KRAUS V. *Pěstujeme révu vinnou*. 2., a aktualiz. a rozš. vyd. Česká zahrada. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-3465-1.
65. KŘEČEK V a ŠUBA J. *Vinohradnictví a vinařství*. Názvosloví etnografických sbírek. Praha: Asociace muzeí a galerií České republiky, 2022. ISBN 978-80-85088-63-2. Dostupné z: https://www.cz-museums.cz/UserFiles/file/2023/Deni%20v%20oboru/vinarstvi_katalog_web.pdf
66. KUCUKBASMACHI A, SABIR A. Long-term impact of deficit irrigation on the physiology and growth of grapevine cv. 'Prima' grafted on various rootstocks. Online. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*. 2019, roč. 18, č. 4, s. 57-70. ISSN 2545-1405. Dostupné z: <https://doi.org/10.24326/asphc.2019.4.6>. [cit. 2024-04-18].
67. KŮDELA V. Abiotikózy rostlin: poruchy, poškození a poranění. Živá příroda. Praha: Academia, 2013. ISBN 978-80-200-2262-2.
68. LAMPÍŘ L, RUBEŠOVÁ H. *Ampelografie révy vinné*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2018a. ISBN 978-80-213-2887-7.
69. LAMPÍŘ L. *Fenologická stádia révy vinné: (Vitis vinifera L. ssp. vinifera)*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2018b. ISBN 978-80-213-2886-0.
70. LARCHER W. Stress bei Pflanzen. Online. *Naturwissenschaften*. 1987, roč. 74, č. 4, s. 158-167. ISSN 0028-1042. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/BF00372919>. [cit. 2024-01-15].
71. LEBON E. Shoot Development in Grapevine (*Vitis vinifera*) is Affected by the Modular Branching Pattern of the Stem and Intra- and Inter-shoot Trophic Competition. Online. *Annals of Botany*. 2004, roč. 93, č. 3, s. 263-274. ISSN 0305-7364. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/aob/mch038>. [cit. 2024-02-02].

72. LESSANI H, GHADERI N, TALAIE A, EBADI A. Biochemical responses in leaves of 'sahani' and 'bidane-sefid' grape cultivars subjected to progressing drought. Online. *Acta Horticulturae*. 2012, č. 931, s. 137-141. ISSN 0567-7572. Dostupné z: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.931.14>. [cit. 2024-04-19].
73. LICHTENTHALER HK. The Stress Concept in Plants: An Introduction. Online. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1998, roč. 851, č. 1 STRESS OF LIFE, s. 187-198. ISSN 0077-8923. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1998.tb08993.x>. [cit. 2024-01-15].
74. LICHTENTHALER HK. Vegetation Stress: an Introduction to the Stress Concept in Plants. Online. *Journal of Plant Physiology*. 1996, roč. 148, č. 1-2, s. 4-14. ISSN 01761617. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0176-1617\(96\)80287-2](https://doi.org/10.1016/S0176-1617(96)80287-2). [cit. 2024-01-15].
75. LIU F, SHAHNAZARI A, ANDERSEN MN et al. Effects of deficit irrigation (DI) and partial root drying (PRD) on gas exchange, biomass partitioning, and water use efficiency in potato. Online. *Scientia Horticulturae*. 2006, roč. 109, č. 2, s. 113-117. ISSN 03044238. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.04.004>. [cit. 2024-02-04].
76. MARGUERIT E, BOURY C, MANICKI A, DONNART M, BUTTERLIN G et al. Genetic dissection of sex determinism, inflorescence morphology and downy mildew resistance in grapevine. Online. *Theoretical and Applied Genetics*. 2009, roč. 118, č. 7, s. 1261-1278. ISSN 0040-5752. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00122-009-0979-4>. [cit. 2024-03-12].
77. MARKOVÁ A, GHARWALOVÁ L, VRUBLEVSKAYA M. 2019. Endofyty izolované z révy vinné (*Vitis vinifera*). *Chemické Listy*, 113(10), 597–602. Získáno z <http://ww-w.chemicke-listy.cz/ojs3/index.php/chemicke-listy/article/view/3471>
78. MCCARTHY M, LOVEYS BR, DRY PR et al. Regulated deficit irrigation and partial rootzone drying as irrigation management techniques for grapevines. *Deficit Irrigation Practices*. 2000, 22. 79-87.
79. MEDRANO H, TOMÁS M, MARTORELL S et al. Improving water use efficiency of vineyards in semi-arid regions. a review. Online. *Agronomy for Sustainable Development*. 2015, roč. 35, č. 2, s. 499-517. ISSN 1774-0746. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s13593-014-0280-z>. [cit. 2024-02-03].
80. MEIER U. 2001. Grapevine. In Growth stages of mono- and dicotyledonous plants. BBCH Monograph. Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry,

- Berlin, Germany. Dostupné z: <https://www.julius-kuehn.de/media/Veroeffentlichungen/bbch%20epaper%20en/page.pdf>
81. MICHLOVSKÝ M. *Vinohradnictví*. Rakvice: Vinselekt Michlovský, 2017. ISBN 978-80-905319-8-7.
82. MITTLER R. Abiotic stress, the field environment and stress combination. Online. *Trends in Plant Science*. 2006, roč. 11, č. 1, s. 15-19. ISSN 13601385. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2005.11.002>. [cit. 2024-01-15].
83. MOCO VÁ KA, PALKOVÁ H, SOPR T. Vliv toxických kovů na růst jetele (*Trifolium pratense* L.). Online. In: *Vliv a biotických a abiotických stresorů na vlastnosti rostlin*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby v. v. i., Praha – Ruzyně, 2013, s. 147-150. ISBN 978-80-213-2357-5. Dostupné z: http://konference.agrobiologie.cz/2013-02-13/2791_Sbornik_stresy_2013.pdf. [cit. 2024-02-05].
84. MOSA KA, ISMAIL A, HELMY M. *Plant Stress Tolerance*. Online. SpringerBriefs in Systems Biology. Cham: Springer International Publishing, 2017. ISBN 978-3-319-59377-7. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-59379-1>. [cit. 2024-01-15].
85. MUNSIE JA. a Brief History of the International Regulation of Wine Production. LEDA at Harvard Law School [online]. 2002 [cit. 2024-01-14]. Dostupné z: <https://dash.harvard.edu/bitstream/handle/1/8944668/Munsie.html?sequence=2&isAllowed=y>
86. MUŠKA F, ROŽNOVSKÝ J, PAVLOUŠEK P et al. Hospodářsky významné výskyty padlí révového (*Erysiphe necator*) na révě vinné (*Vitis vinifera*) v České republice v letech 1961–2018 In: Rožnovský J., T. Litschmann. *Extrémy počasí, jejich dopady a bezpečnostní rizika*: <http://www.cbks.cz/SbornikBroumov2019/Muska.pdf> Broumov 8.-10. 10. 2019. [Praha]: [Český hydrometeorologický ústav], [2019]. ISBN 978-80-87577-96-7.
87. NGUYEN TT, FUENTES S, MARSCHNER P. Effect of incorporated or mulched compost on leaf nutrient concentrations and performance of *Vitis vinifera* cv. Merlot. Online. *Journal of soil science and plant nutrition*. 2013, č. ahead, s. 0-0. ISSN 0718-9516. Dostupné z: <https://doi.org/10.4067/S0718-95162013005000038>. [cit. 2024-02-03].
88. OLLAT N, COOKSON SJ, DESTRA C-IRVINE A, LAUVERGEAT V, OUAKEDE-LECOURIEUX F. et al. Grapevine adaptation to abiotic stress: an overview. Online. *Acta Horticulturae*. 2019, č. 1248, s. 497-512. ISSN 0567-7572. Dostupné z: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2019.1248.68>. [cit. 2024-03-05].

89. PAVLOUŠEK P, BUREŠOVÁ P. *Vše, co byste měli vědět o víně: --a nemáte se koho zeptat*. Praha: Grada, 2015. ISBN 978-80-247-4351-6.
90. PAVLOUŠEK P, LAMPÍŘ L. *Réva vinná: pro malopěstitele*. Olomouc: Agriprint, 2016. ISBN 978-80-87091-65-4.
91. PAVLOUŠEK P. Vliv klimatických změn na projev „SUMMER STRESS“ při pěstování révy vinné. In: SALAŠ, P. *Rostliny v suchých oblastech a klimatická změna* [online]. Praha: Profi Press, 2019, s. 167-174 [cit. 2024-01-27]. ISSN 1213-7596. Dostupné z: <http://www.cbks.cz/rostliny2019/prispevky/Pavlousek.pdf>
92. PAVLOUŠEK P. *Encyklopedie révy vinné*. 2., a aktualiz. vyd. Brno: Computer Press, 2008. ISBN 978-80-251-2263-1.
93. PAVLOUŠEK P. *Pěstování révy vinné: moderní vinohradnictví*. Praha: Grada, c2011. ISBN 978-80-247-3314-2.
94. PETERSON JD. The Comprehensive Microbial Resource. Online. *Nucleic Acids Research*. Roč. 29, č. 1, s. 123-125. ISSN 13624962. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/nar/29.1.123>. [cit. 2024-01-15].
95. PRATT C. Reproductive Anatomy in Cultivated Grapes - a Review. Online. *American Journal of Enology and Viticulture*. 1971, roč. 22, č. 2, s. 92-109. ISSN 0002-9254. Dostupné z: <https://doi.org/10.5344/ajev.1971.22.2.92>. [cit. 2024-02-02].
96. RETALLACK M. Grapevine Biology. *Retallack Viticulture* [online]. 2012 [cit. 2024-01-29]. Dostupné z: <https://www.viti.com.au/pdf/MVWGG%20Fact%20Sheet%20-%20Grapevine%20Biology.pdf>
97. ROHÁČEK K, BARTÁK M. 1999. Technique of the modulated chlorophyll fluorescence: basic concepts, useful parameters, and some applications. *Photosynthetica* **37**:339–363.
98. SEDLÁČEK M. Encyklopedie vína, vinařství a vinohradnictví. *Znalec vín* [online]. 2006-2024 [cit. 2024-02-03]. Dostupné z: <https://www.znalecvin.cz/botrytis-cinerea/>
99. SERGEJEVA D et al. Apgaismojuma ietekme uz siltumnīcā a udzētu tomātu fizioloģiskajiem parametriem the effect of illumination on the physiological parametrs of greenhouse grown tomatoes. *Līdzsvarota lauksaimniecība*, 2019, 103. https://www.lf.lbtu.lv/sites/lf/files/2019-08/LF_Lidzsvarota%20lauksaimnieciba_Rakstu%20krajums_2019_gatavs.pdf#page=103

100. SHAO HB, CHU LY, JALEEL CA et al. Understanding water deficit stress-induced changes in the basic metabolism of higher plants – biotechnologically and sustainably improving agriculture and the environment in arid regions of the globe. Online. *Critical Reviews in Biotechnology*. 2009, roč. 29, č. 2, s. 131-151. ISSN 0738-8551. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/07388550902869792>. [cit. 2024-01-13].
101. SCHULTZ HR. Differences in hydraulic architecture account for near-isohydric and anisohydric behaviour of two field-grown *Vitis vinifera* L. cultivars during drought. Online. *Plant, Cell & Environment*. 2003, roč. 26, č. 8, s. 1393-1405. ISSN 0140-7791. Dostupné z: <https://doi.org/10.1046/j.1365-3040.2003.01064.x>. [cit. 2024-02-03].
102. SILVA AG da, FELINTO FILHO EF, ULISSES C, MUSSER R dos S, COSTA C dos SR et al. Grapevine rootstocks under water deficit: biomass, biochemical, and gas exchange attributes. Online. *Revista Caatinga*. 2024, roč. 37. ISSN 1983-2125. Dostupné z: <https://doi.org/10.1590/1983-21252024v37i11870rc>. [cit. 2024-04-18].
103. SONGY A, Fernandez O, Clément C. et al. Grapevine trunk diseases under thermal and water stresses. *Planta* **249**, 1655–1679 (2019). <https://doi.org/10.1007/s00425-019-03111-8>
104. SUTINEN, MARJA-LIISA; RAITIO, HANNU; NIVALA, VESA; OLLIKAINEN, RISTO a RITARI, AULIS. Effects of emissions from copper-nickel smelters on the frost hardiness of *Pinus sylvestris* needles in the subarctic region. Online. *New Phytologist*. 1996, roč. 132, č. 3, s. 503-512. ISSN 0028-646X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1996.tb01870.x>. [cit. 2024-03-18].
105. THIS P, LACOMBE T, THOMAS M. (2006). *Historical origins and genetic diversity of wine grapes*. *Trends in Genetics*, 22(9), 511–519. doi:10.1016/j.tig.2006.07.008
106. TOMBESI S, NARDINI A, FRIONI T et al. 2015. Stomatal closure is induced by hydraulic signals and maintained by ABA in drought-stressed grapevine. *Scientific Reports*. 5: 12449.
107. VAN LEEUWEN C, DESTRAK-IRVINE A. Modified grape composition under climate change conditions requires adaptations in the vineyard. Online. *OENO One*. 2017, roč. 51, č. 2, s. 147-154. ISSN 2494-1271. Dostupné z: <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2017.51.2.1647>. [cit. 2024-01-24].
108. VARRIANO J. *Wine: a Cultural History*. Online. Dotisk. Reaktion Books, 2022. Dostupné z: https://books.google.cz/books?id=EXGqibBMu2wC&dq=history+of+wine+cultivation&lr=&hl=cs&source=gbs_navlinks_s. [cit. 2024-01-14].

109. WANG X, WU Z, ZHOU Q et al. Physiological Response of Soybean Plants to Water Deficit. Online. *Frontiers in Plant Science*. 2022, roč. 12. ISSN 1664-462X. Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.809692>. [cit. 2024-02-02].
110. XU ZR et al. Effect of drought stress on the growth and physiological characteristics of nine species of wild ornamental plants in Lanzhou. *Pratacult. Sci*, 2018, 35: 2865-2871.
111. ZHANG L, MARGUERIT E, ROSSDEUTSCH L et al. The influence of grapevine rootstocks on scion growth and drought resistance. Online. *Theoretical and Experimental Plant Physiology*. 2016, roč. 28, č. 2, s. 143-157. ISSN 2197-0025. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s40626-016-0070-x>. [cit. 2024-02-03].
112. ZHU C, DING Y, LIU H. MiR398 and plant stress responses. Online. *Physiologia Plantarum*. 2011, roč. 143, č. 1, s. 1-9. ISSN 0031-9317. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2011.01477.x>. [cit. 2024-01-15].
113. ZSÓFI Z, GÁL L, SZILÁGYI Z. et al. Use of stomatal conductance and pre-dawn water potential to classify terroir for the grape variety Kékfrankos. Online. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2009, roč. 15, č. 1, s. 36-47. ISSN 13227130. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2008.00036.x>. [cit. 2024-03-05].
114. ZULINI L, RUBINIGG M, ZORER R, BERTAMINI M. Effects of drought stress on chlorophyll fluorescence and photosynthetic pigments in grapevine leaves (*vitis vinifera* cv. 'white riesling'). Online. *Acta Horticulturae*. 2007, č. 754, s. 289-294. ISSN 0567-7572. Dostupné z: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2007.754.37>. [cit. 2024-04-19].

WEBOVÉ ZDROJE

1. Opti-Science. OS5p+ Pulse Modulated Chlorophyll Fluorometer. *Opti-Science* [online]. 2024 [cit. 2024-02-22]. Dostupné z: <https://www.optisci.com/m/assets/os5p-.pdf>
2. ADC BioScientific. 2013. LCPro+. ADC BioScientific Ltd. Available from https://www.adc.co.uk/wp-content/uploads/2013/09/LCProSD_8_Page.pdf (accessed March 2023).
3. ZAPLETAL. *Bílé víno - 'Ryzlink rýnský' (král vín)*. Online. Vinařství Zapletal. 2022. Dostupné z: <https://eshop.vinarstvzapletal.cz/ryzlink-rynsky/>. [cit. 2024-02-07].
4. *PlantGrape*. Online. 2023. Dostupné z: <https://www.plantgrape.fr/en>. [cit. 2024-02-13].
5. QUINTON, Amy. New insight into why Pierce's disease is so deadly to grapevines. *Phys* [online]. 2018 [cit. 2024-03-05]. Dostupné z: <https://phys.org/news/2018-06-insight-pierce-disease-deadly-grapevines.html>
6. GRANITI, Antonio. *From 'Fire Esca' to 'Esca of Grapevine'*. Online. Researchgate. 2006. Dostupné z: https://www.researchgate.net/figure/Typical-symptoms-of-esca-in-the-leaves-and-the-wood-of-an-old-grapevine-The-leaves-show_fig4_286135156. [cit. 2024-03-05].

9 Seznam obrázků

Obrázek 1: Popis částí výhonku.....	14
Obrázek 2: Vývojové fáze.....	16
Obrázek 2: Vývojové fáze.....	16
Obrázek 3: Plíseň révy vinné	25
Obrázek 4: Padlí révy vinné.....	25
Obrázek 5: Šedá hniloba	26
Obrázek 6: Pierceho choroba	27
Obrázek 7: Virová vějířovitost.....	27
Obrázek 8: ESCA.....	28
Obrázek 9 ‘Ryzlink rýnský‘	38
Obrázek 10 ‘Chardonnay‘	39
Obrázek 11 ‘Sauvignon‘	39
Obrázek 12 ‘Rulandské modré‘	40

10 Seznam grafů

Graf 1 Vývoj plochy vinic v ČR v letech 1975-2022	20
Graf 2 Průměrné hodnoty obsahu celkového chlorofylu (nmol/cm ²) u vybraných odrůd révy vinné v závislosti na variantě pokusu a podnoži	49
Graf 3 Průměrné hodnoty obsahu karotenoidů (nM/cm ²) u vybraných odrůd révy vinné v závislosti na variantě pokusu a podnoži	53
Graf 4 Průměrné hodnoty rychlosti fotosyntézy ($\mu\text{M CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) u vybraných odrůd révy vinné v závislosti na variantě pokusu a podnoži	57
Graf 5 Průměrné hodnoty transpirace ($\text{mmol H}_2\text{O}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) u vybraných odrůd révy vinné v závislosti na variantě pokusu a podnoži	61
Graf 6 Průměrné hodnoty fluorescence u vybraných odrůd révy vinné v závislosti na variantě pokusu a podnoži	65
Graf 7 Průměrné hodnoty vodního potenciálu (MPa) u vybraných odrůd révy vinné v závislosti na variantě pokusu a podnoži	69

11 Seznam tabulek

Tabulka 1 Celkový obsah chlorofylu (nM/cm^2) jednotlivých odrůd révy vinné ovlivněné podnoží, variantou a termínem měření,	47
Tabulka 2 Obsah karotenoidů (nM/cm^2) jednotlivých odrůd révy vinné ovlivněné podnoží, variantou a termínem měření,	51
Tabulka 3 Rychlost fotosyntézy ($\mu\text{M CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) jednotlivých odrůd révy vinné ovlivněné podnoží, variantou a termínem měření,	55
Tabulka 4 Transpirace ($\text{H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) jednotlivých odrůd révy vinné ovlivněné podnoží, variantou a termínem měření	59
Tabulka 5 Fluorescence jednotlivých odrůd révy vinné ovlivněné podnoží, variantou a termínem měření	63
Tabulka 6 Vodní potenciál (MPa) jednotlivých odrůd révy vinné ovlivněné podnoží, variantou a termínem měření	67

