

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra botaniky a fyziologie rostlin



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Studium fyziologických charakteristik vybraných odrůd
révy vinné pěstovaných v podmínkách vodního deficitu**

Diplomová práce

**Bc. Kateřina Kocová
Zahradnictví**

doc. Ing. František Hnilička, Ph.D.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Studium fyziologických charakteristik vybraných odrůd révy vinné pěstovaných v podmínkách vodního deficitu" 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 neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 20. dubna 2024

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala doc. Ing. Františku Hniličkovi, Ph.D., vedoucímu mé diplomové práce za vedení. Poděkování patří i mé rodině, přátelům a spolužákům za věnovanou podporu, lásku, pomoc a trpělivost během zpracování této práce.

Dedikace

Tato diplomová práce vznikla za finanční podpory projektu QK21010189 Implementace ekosystémových služeb se zaměřením na vodní bilanci ve vinohradnické praxi.

Studium fyziologických charakteristik vybraných odrůd révy vinné pěstovaných v podmínkách vodního deficitu

Souhrn

V diplomové práci byl sledován vliv vybraných fyziologických veličin u tří moštových odrůd *Vitis vinifera* ‘Modrý Portugal’, ‘Müller Thurgau’ a ‘Sauvignon’. Ve skleníkovém pokusu byl sledován vliv vodního deficitu na obsah fotosynteticky aktivní pigmenty (chlorofyl a karotenoidy), rychlost fotosyntézy, fluorescence, transpirace a vodní potenciál u řízků.

Cílem této práce bylo vyhodnocení reakce genotypu na vodní deficit, monitorování vlivu vodního deficitu na rychlost výměny plynů sledovaných odrůd révy vinné a možnost využití uvedené metody jako detekci míry působení stresoru na rostliny. V rámci práce byly stanoveny vědecké hypotézy: existují genotypové rozdíly v reakci na vodní stres (tolerance/citlivost). Existují rozdíly ve fyziologických parametrech sledovaných odrůd. Existuje rozdíl ve fyziologii rostlin v závislosti s působením stresoru.

Pro tento pokus byly zvoleny rostliny révy vinné odrůdy ‘Modrý Portugal’, ‘Müller Thurgau’ a ‘Sauvignon’. Skleníkový pokus byl uskutečněn v částečně řízených teplotních podmínkách s denní teplotou 25 °C a s noční 21 °C. Vlhkost vzduchu činila 70 % a světelné podmínky byly přirozené. Rostliny byly pěstovány v nádobách o rozměrech 5 × 5 cm, jako médium byl zvolen perlit. Schéma pokusu zahrnovalo 5 variant: 15 ml zálivku, 30 ml zálivku, 60 ml zálivku, 90 ml zálivku a kontrolu (K, 120 ml). Měření se uskutečňovala po dobu jednoho měsíce.

Z výsledků tohoto experimentu získaných při měření výše uvedených charakteristik vyplývá, že byla potvrzena H₁, tudíž existují genotypové rozdíly v reakci na vodní stres. Byla potvrzena H₂, existují rozdíly ve fyziologických parametrech sledovaných odrůd. Byla potvrzena H₃, existuje rozdíl ve fyziologii rostlin v závislosti s působením stresoru.

Nejvíce citlivá na změny celkového obsahu chlorofylu při vodním deficitu se jevila odrůda ‘Müller Thurgau’. Obsah celkového chlorofylu se pohyboval mezi 7,77 nM/cm² (15 ml) a hodnotou 9,43 nM/cm² (kontrolní varianty). Naopak nejvíce tolerantní se jevila odrůda ‘Sauvignon’. U té se obsah celkového chlorofylu pohyboval mezi 10 (15 ml) a 11,56 nM/cm² (kontrolní varianty). Nejvyšší citlivost vůči změnám karotenoidů byla zjištěna u odrůdy ‘Müller Thurgau’. Obsah karotenoidů se pohyboval mezi 1,16 (60 ml) a 1,51 nM/cm² (15 ml). Naopak největší rezistencí disponovala odrůda ‘Sauvignon’, u které se obsah karotenoidů pohyboval v rozpětí 1,35 (kontrolní varianta) a 1,51 nM/cm² (15 ml). Jako nejvíce rezistentní vůči změnám rychlosti transpirace byla zjištěna odrůda ‘Sauvignon’. Její hodnoty se pohybovaly v rozmezí

0,62 (kontrolní varianty) až 1,79 mmol H₂O.m⁻².s⁻¹ (15 ml). Největší citlivost ve změnách rychlosti transpirace byla shodně získána odrůd ‘Modrý Portugal‘ a ‘Müller Thurgau‘. Rychlost transpirace u odrůdy ‘Modrý Portugal‘ se pohybovala mezi 0,70 (kontrolní varianty) a 1,81 mmol H₂O.m⁻².s⁻¹ (15 ml). U odrůdy ‘Müller Thurgau‘ byla 0,68 (kontrolní varianty) až 1,79 mmol H₂O.m⁻².s⁻¹(15 ml). Nejvíce citlivou na změny vodního potenciálu se jeví odrůda ‘Sauvignon‘, vodní potenciál se pohyboval mezi -1,81 MPa (15 ml) a -0,62 MPa (kontrolní varianty). Nejvíce rezistentní se zdá odrůda ‘Müller Thurgau‘, jejíž vodní potenciál byl v rozpětí -1,79 MPa (15 ml) až -0,68 MPa (kontrolní varianty). Nejcitlivější na změny rychlosti fotosyntézy byla odrůda ‘Sauvignon‘, ty se pohybovaly od 9,26 (15 ml) a 10,01 μmol CO₂.m⁻².s⁻¹ (kontrolní varianty). Nejvíce odolná byla odrůda ‘Modrý Portugal‘, jejíž rychlost fotosyntézy se pohybovala mezi 9,34 (15 ml) a 9,88 μmol CO₂.m⁻².s⁻¹ (kontrolní varianty). Nejvíce rezistentní vůči změnám fluorescence byly shodně odrůdy ‘Modrý Portugal‘ (0,55 u 15 ml a 0,82 u K) a ‘Müller Thurgau‘ (0,56 u 15 ml a 0,83 u K). Nejvíce citlivá byla odrůda ‘Sauvignon‘, 0,54 (15 ml) a 0,82 (kontrolní varianty). Nejhůře ze všech variant se z výsledků jeví varianta s 15 ml zálivkou, u které vykazoval celkový obsah chlorofylu, rychlost fotosyntézy, fluorescence a vodního potenciálu zdaleka nejnižší hodnoty a největší citlivost rostlin, stresovaných právě tímto objemem zálivky. Dle hodnot jednotlivých pozorovaných fyziologických veličin lze říci, že *Vitis vinifera* odrůdy ‘Modrý Portugal‘ reagovala nejméně citlivě na podmínky vodního deficitu. Naopak *V. vinifera* odrůdy ‘Müller Thurgau‘ se prokázala být nejvíce citlivá ke stresu z nedostatku vody.

Klíčová slova: réva vinná, vodní stres, výměna plynů, fluorescence, odrůdy

Study of physiological characteristics on selected species of grapevine grown in water deficit conditions

Summary

The influence of selected physiological variables on three *Vitis vinifera* grape varieties 'Blue Portugal', 'Müller Thurgau' and 'Sauvignon' was investigated in the thesis. In a greenhouse experiment, the effect of water deficit on photosynthetically active pigments (chlorophyll and carotenoids) content, photosynthetic rate, fluorescence, transpiration, and water potential in cuttings was investigated.

The aim of this work was to evaluate the genotype response to water deficit, to monitor the effect of water deficit on the gas exchange rate of the studied grapevine varieties and the possibility of using this method to detect the degree of stressor action on plants. The following scientific hypotheses were established: there are genotypic differences in the response to water stress (tolerance/sensitivity). There are differences in the physiological parameters of the varieties studied. There is a difference in the physiology of the plants depending on the stressor.

The grapevine varieties chosen for this experiment were 'Blue Portugal', 'Müller Thurgau' and 'Sauvignon'. The greenhouse experiment was carried out under semi-controlled temperature conditions with a daytime temperature of 25 °C and a night-time temperature of 21 °C. The humidity was 70 % and the light conditions were natural. Plants were grown in 5 × 5 cm pots, with perlite as the chosen medium. The experimental scheme included 5 treatments: 15 ml watering, 30 ml watering volume, 60 ml watering volume, 90 ml watering volume and control volume (K, 120 ml). Measurements were taken over a period of one month, at weekly intervals.

The results of this experiment obtained by measuring the above characteristics show that H₁ was confirmed, hence there are genotypic differences in response to water stress, with the 'Sauvignon' variety responding least sensitively to water deficit conditions. In contrast, the variety 'Müller Thurgau' appears to be sensitive to water stress. H₂ was confirmed, there are differences in the physiological parameters of the varieties studied. H₃ was confirmed, there is a difference in plant physiology as a function of the stressor, as stressed plants show lower values of the observed parameters compared to control plants. The 'Müller Thurgau' variety appeared to be the most sensitive to changes in total chlorophyll content under water deficit in the 15 ml watering variant. On the other hand, the lowest changes in total chlorophyll content under water stress were observed in the cultivar 'Blue Portugal'. The highest carotenoid content

was determined in the variety 'Blue Portugal' at the 3rd sampling in the control variant, when it was 2,84 nM/cm². This indicates that this variety had the lowest sensitivity to stress. On the other hand, the lowest carotenoid content was in the variety 'Sauvignon', also at the 3rd sampling in the control variant, when the carotenoid content was 0,34 nM/cm². The lowest value of transpiration was measured at the 3rd sampling in the 30 ml variant, variety 'Blue Portugal' (0,85 mmol H₂O.m⁻².s⁻¹). It can be concluded that this variety was the most sensitive to transpiration reduction under water deficit. The highest value of transpiration was obtained for the variety 'Müller Thurgau' (3rd sample, 60 ml) – 2,81 mmol H₂O.m⁻².s⁻¹. The highest and lowest water potential values were found in the 'Müller Thurgau' variety. The highest value was found in the 0th sample (-0,43 MPa). On the other hand, the lowest value of water potential obtained was for the 15 ml, 6th sample (-2,46 MPa). The lowest rate of photosynthesis was measured in the 'Müller Thurgau' variety (8,99 μmol CO₂/m²/s⁻¹). On the other hand, the highest photosynthetic rate was observed in the control plants of the cultivar 'Sauvignon' at the end of the experiment (10,64 μmol CO₂/m²/s⁻¹). The lowest fluorescence value was measured in the most stressed plants (2nd sampling) of the cultivar 'Blue Portugal' (0,43). Contrarily, the highest fluorescence value was obtained in control plants of the cultivar 'Sauvignon' at the beginning of the experiment (0,89). The effect of limited watering on the observed parameters of the selected grapevine cultivars was demonstrated, with the 15 ml variant causing the most significant stress. On the basis of the results obtained, it can be concluded that the 'Sauvignon' variety appears tolerant to water deficit and, on the contrary, the 'Müller Thurgau' variety is sensitive.

Keywords: grapevine, water stress, gas exchange, fluorescence, varieties

Obsah

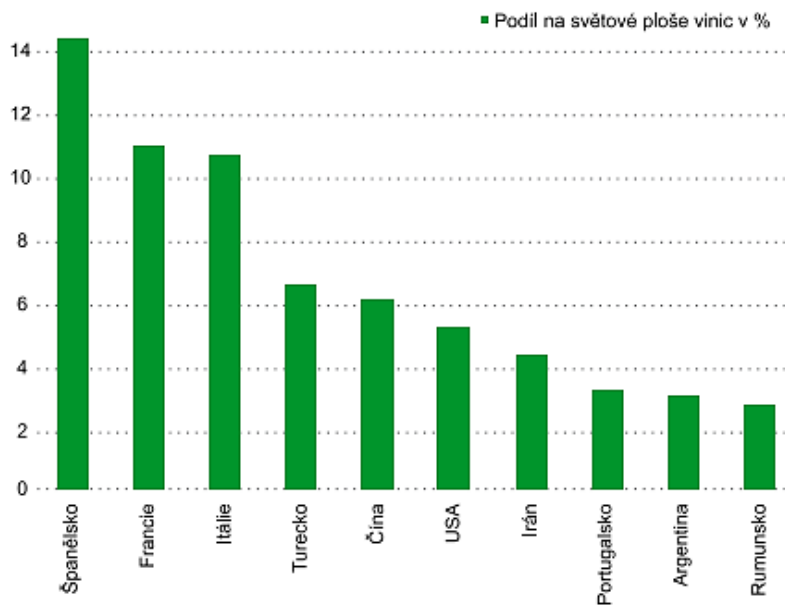
1	Úvod.....	9
2	Vědecká hypotéza a cíle práce	11
2.1	Vědecká hypotéza	11
2.2	Cíle práce	11
3	Literární rešerše.....	12
3.1	Réva vinná (<i>Vitis vinifera</i> L.).....	12
3.2	Historie.....	13
3.3	Morfologie	16
3.3.1	Kořenový systém.....	18
3.3.2	List.....	20
3.3.3	Rékové dřevo.....	21
3.3.4	Pupeny (očka).....	22
3.3.5	Květenství.....	22
3.3.6	Plody.....	24
3.4	Pěstování révy vinné	25
3.5	Choroby a škůdci	29
3.6	Stresové faktory	30
3.6.1	Vodní deficit.....	32
3.6.2	Vliv vodního deficitu na fotosyntézu	33
4	Metodika.....	35
4.1	Charakteristika vybraných odrůd	36
4.1.1	Müller Thurgau	37
4.1.2	‘Sauvignon‘	38
4.1.3	Modrý Portugal	39
4.2	Založení pokusu	40
5	Měření fyziologické charakteristiky	40
5.1.1	Fotosynteticky aktivní pigmenty	40
5.1.2	Rychlost výměny plynů	41
5.1.3	Fluorescence	42
5.1.4	Osmotický potenciál	42
6	Výsledky.....	43
6.1	Fotosynteticky aktivní pigmenty.....	44
6.1.1	Celkový obsah chlorofylů	44
6.1.2	Karotenoidy	48
6.2	Rychlost transpirace.....	52
6.3	Rychlost fotosyntézy.....	56
6.4	Fluorescence	60
6.5	Vodní potenciál.....	64
7	Diskuse	68
7.1	Fotosynteticky aktivní pigmenty.....	68
7.1.1	Celkový chlorofyl.....	68
7.1.2	Karotenoidy	68
7.2	Transpirace.....	69
7.3	Rychlost fotosyntézy.....	70
7.4	Fluorescence	70
7.5	Vodní potenciál.....	71
8	Závěr.....	72
9	Literatura	72
10	Seznam použitých zkratk a symbolů	83
11	Seznam obrázků a grafů	84

1 Úvod

Réva vinná (*Vitis vinifera* L.) je ekonomicky nejvýznamnější plodinou v celosvětovém měřítku (Pavloušek, 2011). Produkce této plodiny má nejen ekonomický význam, ale i značnou kulturní hodnotu. Mezi deset největších vinařských zemí se řadí s rozlohou 57,9 % země Evropy (obr. 1). Česká republika se zařazuje mezi malé vinařské země. Ale díky rostoucí oblíbenosti vína a jeho vzrůstající spotřebě rozvoj vinohradnictví stále trvá. Vinohradnictví a vinařství u nás v pěstitelských regionech a oblastech je nejen neodmyslitelnou součástí zemědělské a zahradnické výroby i produkce, vinice jsou také nezastupitelnou součástí při utváření charakteru krajiny a její ochrany i tvorby životního prostředí. Velkou měrou k dosažení těchto úkolů se podílí i výběr vhodné odrůdy. Tyto odrůdy jsou výsledkem experimentální činnosti šlechtitelů. Šlechtění révy vinné může vést k získání nových odrůd, které mohou být odolnější ke studovanému vodnímu deficitu.

V současné době, kdy se čím dál rychleji projevují klimatické změny v globálním měřítku, je nedostatek vody rozšiřujícím se problémem, který ovlivňuje celkovou zemědělskou produkci, a to i produkci *Vitis vinifera* L. Při působení vodního deficitu na rostlinu současně působí další biotické a abiotické faktory. Dopad vodního stresu se vyznačuje celou řadou fyziologických i morfologických změn na rostlině. Vodní deficit, zapříčiněný regulací podmínek zavlažování či změnami klimatu, je tak výrazným faktorem ovlivňujícím nejen růst a vývoj, ale i na kvalitu hroznů révy vinné a výsledný produkt. To může vést ke snižování velikosti a množství hroznů, změnám v obsahu aromatických látek, či fenolických sloučenin, které ovlivňují výslednou barvu a chuť.

Rostlina při působení tohoto stresoru dochází ke změnám v obsahu fotosynteticky aktivních pigmentů (chlorofylu a karotenoidů), což v důsledku omezuje fyziologické procesy. Tyto procesy mají zásadní vliv při adaptaci révy vinné na vodní stres a zkoumání reakcí specifických odrůd k různým úrovním vodního stresu. To může mít význam pro vinařskou praxi. Pro tuto práci byly zvoleny tři moštové odrůdy – ‘Modrý Portugal’, ‘Müller Thurgau’ a ‘Sauvignon’.



Obr. 1: Deset nejvýznamnějších vinařských zemí na světě podle plochy vinic (dostupné z: OIV, 2010)

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

2.1 Vědecká hypotéza

Produkcí rostlin a její kvalitu mohou ovlivnit zejména změny srážkových poměrů, extrémní klimatické jevy. Právě vodní deficit (sucho) je jedním z nejvýznamnějších problémů zemědělství, ale i zahradnické produkce. Na základě uvedeného jsou navrženy vědecké hypotézy práce.

H₁: Existují genotypové rozdíly v reakci na vodní stres (tolerance/citlivost).

H₂: Existují rozdíly ve fyziologických parametrech sledovaných odrůd.

H₃: Existuje rozdíl ve fyziologii rostlin v závislosti s působením stresoru.

Na základě navržených vědeckých hypotéz byly stanoveny cíle práce.

2.2 Cíle práce

1. Vyhodnotit reakci genotypu na vodní deficit.
2. Monitorovat vliv vodního deficitu na rychlost výměny plynů sledovaných odrůd révy vinné.
3. Lze využít uvedené metody jako detekci míry působení stresoru na rostliny.

Réva vinná byla pro výzkum vybrána z důvodu změn klimatu a s tím spojeným narůstajícím problémem s nedostatkem vody na planetě. *Vitis vinifera* L. je čím dál častěji postihována vodním stresem, což ovlivňuje celosvětovou produkci vína a kvalitu výsledného produktu, což má za důsledek změny ekonomické situace mnoha zemí.

3 Literární rešerše

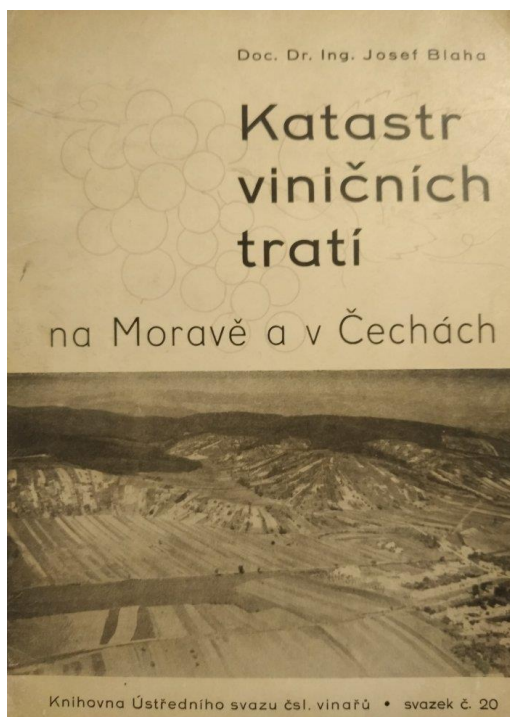
3.1 Réva vinná (*Vitis vinifera* L.)

Réva vinná (*Vitis vinifera* L.) se řadí do čeledi révovité (*Vitaceae*). Pod čeleď *Vitaceae* spadá přibližně 700 druhů, řazených do 14 rodů. K hospodářsky nejvýznamnějším rodům patří réva (*Vitis* sp. L.), v okrasném zahradnictví žumen (*Cissus* sp. L.), révovník (*Ampelopsis* sp. Planch.), *Ampelocissus* sp. Planch a loubinec (*Parthenocissus* sp. Planch.). Další známý a používaný druh v okrasném interiérovém zahradnictví je *Tetrastigma* sp. Planch (Pavloušek, 2011).

Česká republika v Evropě spadá pod tzv. „cool climate viticulture“, což je definováno jako vinohradnictví chladného podnebí. To však neznamená pouze nižší průměrné teploty ve vegetačním období a četnější výskyt period s mrazovými teplotami, ale především je spojováno s kladnými podmínkami pro zrání hroznů. Jelikož při dozrávání dochází ke střídání vyšších denních teplot s nízkými nočními teplotami. Tento děj v důsledku působí pozitivně zejména na vývoj fenolických a aromatických látek při zrání. Z těchto důvodů vinařské oblasti České republiky vykazují vhodné a kvalitní podmínky pro pěstování révy vinné (Brázdil et al., 2008).

Již v roce 1948 sestavil doc. Dr. Ing. Josef Blaha publikaci „Katastr viničních tratí na Moravě a v Čechách“ (obr. 2), která popisuje cenné informace i pro současné vinohradnictví. K jednotlivým obcím byly přiřazeny a podrobně představeny viniční tratě, a to včetně doporučení vhodných odrůd.

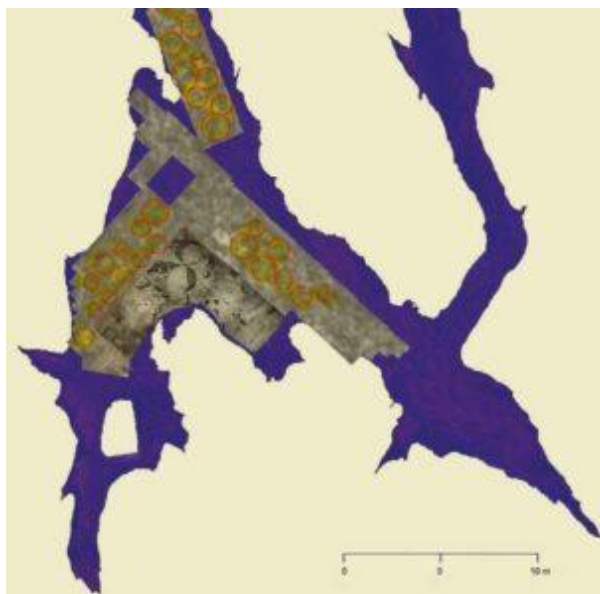
Samotná rajonizace má značný význam, protože v České republice se produkují zejména odrůdová vína. V ČR bylo k 1. 12. 2021 registrováno 62 moštových, 11 stolních odrůd a 7 podnoží. Větší rozlohu vinic zabírají odrůdy révy vinné pro výrobu vín bílých než červených, kvůli vhodnějším podmínkám. Plochy osázené stolními odrůdami jsou jen malé.



Obr. 2: Katastr viničních tratí na Moravě a v Čechách (dostupné z: Blaha, 1948)

3.2 Historie

Původ a historie révy je nejasný. Réva vinná vznikla pravděpodobně z planých forem na Blízkém východu. Réva vinná (*Vitis vinifera* L.) je původní od Středozeří po střední Evropu, také na Předním a Středním východě. Plody planě rostoucí révy vinné lesní (*Vitis vinifera* subsp. *sylvestris*) mohli naši předkové užívat již v paleolitu (ve starší době kamenné). Dle současných historických, archeologických, antropologických poznatků i filozofických úvah je kolébkou révy Kavkaz. Záměrné pěstování vinné révy a zpracování hroznů od lisování až po fermentaci je doloženo archeologickými nálezy v jeskynním komplexu Areni-1 v jihovýchodní Arménii (provincie Vayots Dzor) z doby kolem roku 4100 př. n. l. viz obr. 3, 4, 5. Hrozny zde zpracovávali zejména uvnitř jeskyně. Sloužil k tomu vinný lis v podobě mělké nádoby o průměru jednoho metru, ve které se šťáva z hroznů vytlačovala bosýma nohama; podobná zařízení se na Kavkazu a ve Středomoří užívala až do 19. století. Kolem lisu byla roztroušena semínka z hroznů a vylisovaných bobulí, které podle botanické analýzy patří k druhu *Vitis vinifera* L., tedy domestikované variantě révy vinné, stále využívané k produkci vína. Kromě lisu byly nalezeny také nádoby používané k fermentaci šťávy z hroznů (viz obr 5), vínem nasáklé střepy hliněných nádob, zbytky vylisovaných hroznů, vlašské ořechy nebo sušené švestky. Bylo objeveno také několik picích pohárů (Slavík et al., 2011).



Obr. 3: Areni-1 – jižní část jeskyně, kde bylo v letech 2007–2010 objeveno vinařství (dostupné z: Slavík et al., 2011)



Obr. 4: Areni-1 – geofyzikální měření uvnitř jeskyně v roce 2021 (dostupné z: Slavík et al., 2011)



Obr. 5: Areni-1 – Malovaný karas v průběhu odkryvů (dostupné z: Slavík et al., 2011)



Obr. 6: Stonky a semínka révy vinné nalezeny v okolí lisu (dostupné z: Slavík et al., 2011)

V každém případě byla réva rozšířena již ve starověkém Egyptě a Orientu ve 3. tis. př. n. l. Starověkým Řekům bylo známo víno dle zápisů lineárním písmem z doby Krétské a Mykénské kultury již ve 2. tis. př. n. l. Ve středověku (cca od 12. stol.) se o rozšíření révy vinné v severnějších částech Evropy zasloužili mniši řádu Cisterciáků, kteří přinesli s sebou z oblasti Francie sadbu a učili místní obyvatele révu vinnou pěstovat a zpracovávat hrozny (Malina et al., 2023).

V jihovýchodní Evropě vznikly domestikací typy s velkými hrozny a bezsemennými bobulemi. Hybridizace dosud probíhá v několika horských oblastech Tádžikistánu. Koncem minulého století byly do Evropy dovezeny některé severoamerické druhy, z nichž některé zplaňují a také se kříží s *Vitis vinifera* L., jako např. *Vitis riparia* Michx. Také další severoamerický druh *V. labrusca* 'Alden' byl použit ke křížení s *V. vinifera* L. (Slavík et al., 2011).

V Čechách a na Moravě pěstovali révu vinnou již Keltové a nové odrůdy přinesli později římský legionáři cca ve 2. – 3. stol. Pěstování révy bylo známé rovněž starým Slovanům, dle fragmentů vykopávek na hradištích v Mikulčicích, Pohansku a Velehradě (semínka ušlechtilé révy, vinohradnické nože atd.). Ve 14. stol se zasloužil o rozmach pěstování révy vinné v Čechách Karel IV., který přivezl do Čech mimo jiné odrůdu Rulandské šedé (*Pinot gris*). Z oněch dob pocházejí většinou i názvy místních tratí (např. Na vinici, Vinohrady, Pod vinicí apod.). Od 14. stol. je rovněž historiky přijímaná skutečnost, že se při výrobě začala používat síra jako antioxidant. Před třicetiletou válkou bylo v Čechách a na Moravě cca 40 tis. ha osázených révou vinnou, proti 20 tis. ha současných. Zásahu na této rekordní výměře měl mimo jiné císař Rudolf II. (Malina et al., 2023).

V historii procesu vývoje šlechtitelských metod a praktik u révy vinné můžeme stručně podle Řezníčka et al. (2002) diferencovat jistá časová údobí:

- I. období je do začátku 19. století. Lze je charakterizovat jako období shromažďování sortimentů, jejich zkoušení v našich podmínkách a selekce podle fenotypů. Ojedinelé pokusy s křížením.
- II. období trvá do znovuobjevení Mendlových zákonů v roce 1900. S výskytem zdravotních kalamit (révokaz, *Oidium* apod.), se začíná pozornost zaměřovat také na získávání vhodných, odolných podnoží. Využívá se distanční hybridizace (různých druhů botanických i geografických původů).
- III. období trvá od roku 1900 do šedesátých let 20. století. Vedle konvenčních metod šlechtění révy vinné se větší měrou využívá distančního křížení při šlechtění na odolnost, ale již na podkladě hlubších genetických pozorování a s využíváním světového genofondu odrůd révy vinné, jsou také pokusy s využíváním mutačního šlechtění (včetně polyploidie).
- IV. období zahrnuje současnost, poznamenané doposud získanými výsledky genetických studií, možnostmi šlechtění *in vitro* a cílevědomým ozdravováním pěstitelského materiálu. Toto období je charakterizováno šlechtěním interspecifických odrůd, propracovanějšími metodami distančního křížení a v hodnocení s větším důrazem na kvalitu. Záměr šlechtění je směřován na získávání odrůd, vhodných pro ekologické pěstování révy vinné, umožňující výrobu "biohroznů" a "biovín".

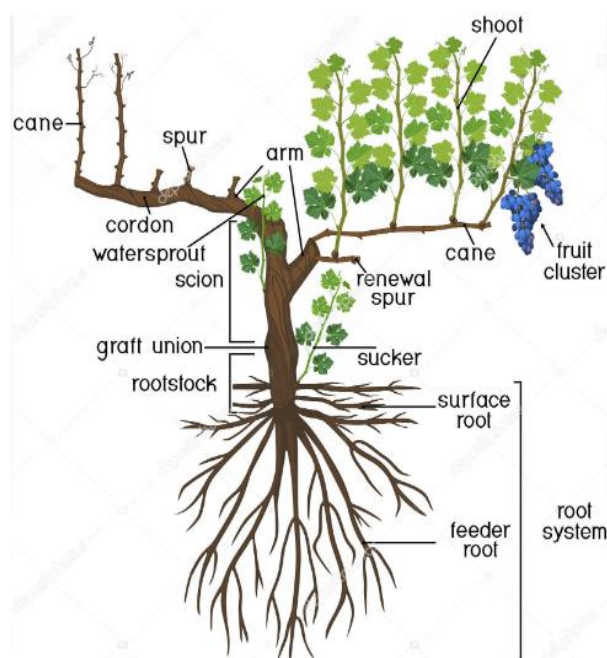
V současnosti je známo několik set kultivarů révy vinné. V ČR se pěstují především bílé moštové odrůdy a to: Müller-Thurgau, Veltlínské zelené, Ryzlink vlašský, Burgundské bílé, Sauvignon a Tramín červený. Z modrých odrůd je to Svatovavřínecké a Frankovka modrá. Většina révových podnoží jsou mezidruhovými hybridy, kde se uplatňuje *Vitis berlandieri* Planch., *V. riparia* Michx., *V. rupestris* Scheele, případně *V. vinifera* L. Jsou to převážně severoamerické kultivary odolné proti révokazu. Na Moravě se používají jako podnože především kříženec *Vitis berlandieri* x *riparia* (Slavík et al., 2011).

3.3 Morfologie

Réva vinná je jednodomá či dvoudomá liána. Stavbu rostlinného těla lze morfologicky rozdělit na nadzemní a podzemní části (Slavík, et al., 2011). Morfologická stavba a liánovitý růst předurčuje révu vinnou pro pěstování na opěrných konstrukcích. Réva vinná používá k přichycení úponky, které se kroutí kolem konstrukce, plotu, nebo jiných vyšších rostlin, což

révě stačí jako opora. Úponky se vyskytují v uzlech naproti listům a automaticky se začnou navíjet, když se dotknou jiného objektu (Venkitasamy et al., 2019).

Vzhledem k tomu, že pro růst rostliny je nutný dostatek slunečního záření, jedná se o heliofyty. Světломilnost napomáhá révě se větvit a prodlužovat své letorosty. Révovité rostliny jsou také teplomilné a začínají rašit až při vyšších teplotách. U ušlechtilé révy se jedná o průměrné denní teploty okolo 10 °C. Původní monopodiální větvení letorostů se proto měnilo v kombinované – monopodiálně sympodiální. Původní větvení bránilo nepřetržitému růstu během vegetace, protože výhony byly zakončeny květenstvím. Nejčastějším způsobem rozmnožování *V. vinifera* L. je vegetativní, prostřednictvím roubování a to tak, že se roubovaná odrůda roubuje na podnož, která ovlivňuje mohutnost kořenového systému, její rezistenci a odolnost vůči půdním a klimatickým podmínkám (Pavloušek et al., 2016), viz obr. 7.



Obr. 7: Morfologie rostliny *V. vinifera* L. (dostupné z: <https://depositphotos.com/cz/vector/parts-plant-morphology-grape-vine-plant-root-system-isolated-white-340803980.html>)

3.3.1 Kořenový systém

Kořenový systém (obr. 8, 9) upevňuje révový keř v půdě, zprostředkovává příjem vody a živin z půdy, je místem pro ukládání sacharidů, jako zásobních látek a je místem, kde dochází k tvorbě rostlinných hormonů, jako jsou gibereliny, cytokininy a kyselina abscisová. Základem kořenového systému je podnožový řízek, který představuje kořenový kmen. Réva vinná se rozmnožuje vegetativně, prostřednictvím roubování ušlechtilých odrůd na podnože. Na kořenovém kmenu se následně vytváří následující druhy kořenů: rosné kořeny, vedlejší kořeny a hlavní kořeny (Hellman 2003, Pavloušek 2011).

Podle Pavloušek a Lampíř (2016) se rosné kořeny vytváří těsně pod povrchem půdy. Mohou vyrůstat z podnože, těsně pod místem roubování nebo dokonce z ušlechtilé odrůdy. Tento typ kořenů se vytváří především v prvních letech po výsadbě. Riziko představuje, když rosné kořeny zesílí a převezmou hlavní funkci kořenového systému. Jestliže dojde k tvorbě rosných kořenů z ušlechtilé odrůdy, stane se keř pravokořeným a může být citlivý na poškození révokazem. Jestliže dojde k rozvoji rosných kořenů z podnože, réva vinná mělce zakoření a bude citlivá na stresové situace.

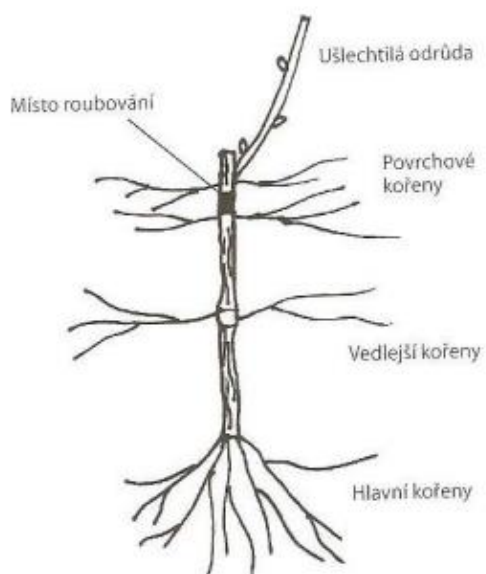
Dalším typem kořenů jsou vedlejší kořeny, které představují hlavní hmotu kořenů, která slouží k příjmu živin a vody. Vytváří se přibližně v hloubce 0,3 až 0,6 m. Vedlejší kořeny se velmi intenzivně rozvětvují a intenzivně vytváří kořenové vlášení. Hnědnutí kořenů naznačuje pokles metabolické aktivity kořenů a odumírání kořenů, jako orgánu pro příjem vody a živin. Růst jemných kořenů a celkové kořenové hmoty závisí na vývoji nadzemní části keře, tzn. na zatížení keřů plodnými očky, růstu zelené hmoty a vývoji hroznů (Pavloušek, 2011).

Podle Pavloušek a Lampíř (2016) se hlavní kořeny tvoří na patě podnožového řízku. Mají schopnost prorůstat do hloubky několika metrů až na rozhraní půdy a mateční horniny. Hlavní kořeny jsou většinou suberizované. Slouží především k příjmu vody.

Forma růstu kořenového systému je ovlivněná geneticky podnožovou odrůdou. Velký vliv na vývoj kořenového systému má také struktura půdy. Kořeny révy vinné dokáží dobře prorůstat v půdě s dobrou strukturou a pórovitostí. Vliv na růst kořenového systému má také fyziologie révy. Podobně jako u letorostů platí také u kořenů zásada apikální dominance. Růst kořenů ovlivňuje také růst letorostů. Révový keř se snaží dosáhnout rovnováhy mezi podzemní a nadzemní částí (Pavloušek a Lampíř, 2016).



Obr. 8: Kořenový systém révy vinné (dostupné z: Pavloušek a kol., 2016)



Obr. 9: Kořenový systém *Vitis vinifera* L. (dostupné z: https://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/33410/%C5%A1%C4%8Depko_2015_dp.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

3.3.2 List

Listy (viz obr. 10) jsou dlanitolaločné až dlanitolisté, dlouze řapíkaté, na obrysu okrouhlé, zpravidla se 3-5 laloky o průměru 7-15 cm, které oddělují dva boční výkrojky a řapíkový výkrojek. Z horní části olýsávající, na rubu většinou pýřité až vločkatě pýřité (Slavík et al., 2011).

Listy jsou po kořenech nejdůležitější vyživovací orgány. Listová čepel bývá velká, na okraji zoubkovaná, většinou laločnatá. Listy mají obvykle 3–5 laloků, které oddělují dva boční výkrojky a řapíkový výkrojek. Listy se vyznačují odrůdovou specifičností, a jsou proto výrazným ampelografickým znakem. Při vysokých teplotách a nízké vlhkosti vzduchu může réva vinná transpiraci zastavit. Zálisky vyrůstají v paždí listů ze záliskových oček. Stavbou odpovídají hlavním letorostům, pouze tvorba květenství na nich bývá nepravidelná (Pavloušek, 2011). Mladé zálisky jsou významným zdrojem asimilátů během zrání hroznů. S koncem vegetace probíhá stárnutí listové plochy, změny barev listů díky hromadění karotenoidů. Jedná se o přirozený jev, který však může být zrychlen vysokými teplotami během vegetace. Listy a zálisky bývají často napadány houbovými chorobami. Silně napadená listová plocha produkuje nedostatečné množství zásobních látek (Pavloušek a Lampíř, 2016).



Obr. 10: List révy vinné (dostupné z: Pavloušek a Lampíř, 2016)

3.3.3 Révové dřevo

Borka je odlupující se v dlouhých pruzích, dřev je hnědavá, v uzlinách přerušovaná. Výška kmene je v rozmezí od 0,5 do 3 m, při dostatečné opoře může kmen dosahovat 15–30 m délky a 10–50 cm šířky. Letorosty mají žlutohnědou až červenohnědou barvu a jsou lysé nebo vločkatě pýřité (Slavík, et al., 2011).

Podle stáří je možné u révového keře rozlišovat staré dřevo, dvouleté dřevo a jednoleté dřevo (obr. 11). Staré dřevo tvoří základ pěstitelského tvaru. Přímo navazuje ve formě kmínku na kořenový kmen. Může tvořit kordónová ramena. Představuje zdroj zásobních látek, které se v něm během vegetace ukládají a réva je využívá mezi rašením a kvetením a v období stresů, kdy není možné přijímat vodu a živiny z půdy. Dvouleté dřevo představuje spojení mezi starým a jednoletým dřevem. Jednoleté dřevo tvoří zdřevnatělý letorost. Réva vinná plodí na jednoletém dřevě, proto se označuje jako plodné dřevo. Původní větvení stonku révy vinné bylo monopodiální. V průběhu evoluce došlo ke změně větvení na monopodiálně-sympodiální. (Pavloušek a Lampíř, 2016).



Obr. 11: Řez jednoletým dřevem (dostupné z: Pavloušek a Lampíř, 2016)

3.3.4 Pupeny (očka)

Rozeznávají se zimní očka, spící očka a zálistková očka (obr. 12). Zimní očka jsou nejdůležitější pro růst a plodnost révy vinné. Jsou v nich uloženy základy květů a listů. Nacházejí se na jednoletém dřevě. Postupně dřevnatí. Jsou kryta šupinami, ve kterých mohou přezimovat houbové choroby a škůdci (padlí révy – *Erysiphe necator*). Jsou složena ze 3 oček: hlavního (primárního) a dvou vedlejších (sekundární a terciální). Hlavní oko má nejvyšší násadu květenství a listových základů. Spící očka se vytváří na starém dřevě. Negativní významem je při nadměrné míře rašení tvoření velkého počtu letorostů. Pozitivní význam mají při obnově kmínku nebo sesazování kmínku pod vodící drát. Ze zálistkových oček vyrůstají zálistky (Pavloušek a Lampíř, 2016).



Obr. 12: Řez pupenem révy vinné (dostupné z: https://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/33410/%C5%A1%C4%8Depko_2015_dp.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

3.3.5 Květenství

Během jara dochází v závislosti na teplotách k tvorbě květů v rozmezí 40–80 dnů po objevení pupenů. Kvetení podporují teploty okolo 15–20 °C a v každém květenství (obr. 13) tvořícím orgánové primordium se mohou vyvinout tři až pět primordií v závislosti na odrůdě. Primordium je pletivo vytvořené v nejranějším počátku vývoje a postupný vývoj květních orgánů je simultánní v každém květu květenství ve stejném primordiu (Lebom et al. 2008).

Květenství je bohatá lata, často na s bázi s úponkou. Květy (obr. 14) jsou oboupohlavné nebo jednopohlavné, 5četné se srostlým, pěticipým kalichem. Koruna se skládá z pěti korunních plátek, které jsou svými okraji v horní části navzájem srostlé, tvoří tzv. čepičku (Braun a Vanek, 1990). Semeník je dvoupouzdrý, obsahující dvě vajíčka v každém z pouzder. Na bázi semeníku se nachází pětialočný žláznatý terč (Slavík, et al., 2011). Květy révy vinné jsou uspořádány

v hroznovitá květenství, laty. Na letorostech naproti listům se nachází 1–3 květenství. Po odpadnutí čepičky praskají prašníkové vaky s pylem opylujícím bliznu. Výživa révy vinné působí na odkvět a násadu plodů. Kvetení usměrňuje zejména zinek (Zn), bór (B), molybden (Mo) a dusík (N) (Braun a Vanek, 1990).



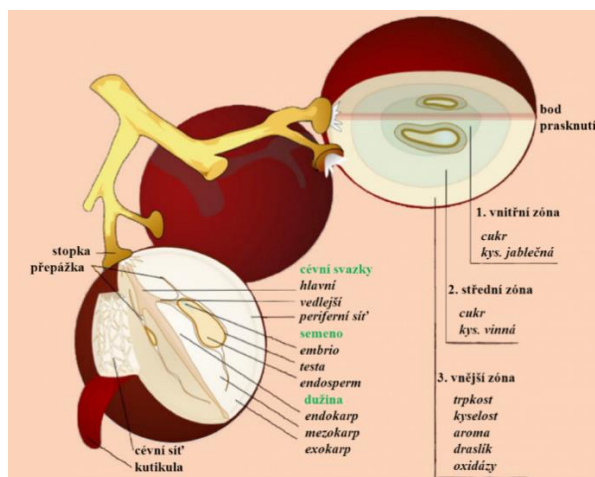
Obr. 13: Květenství révy vinné (dostupné z: <https://www.vinarskepotreby.cz/clanky/detail/pece-o-revu-vinnou-po-odkvetu.htm>)



Obr. 14: Detail květu révy vinné (dostupné z: https://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=1184&typ=html)

3.3.6 Plody

Plodem je bobule (obr. 15), většinou kulovitá až elipsoidní 6-25 mm dlouhá, s 1-4 semeny hruškovitého tvaru (Slavík, et al., 2011). Hrozen (obr. 16) se skládá z bobule a třapiny. Třapinu tvoří hlavní osa kostry se stopkou, s bočním větvením a plodnými stopečkami, na nichž sedí bobule. Bobule se na celkovém objemu podílejí 95-98 % a třapina 2-5 %. Slupka bývá různě zbarvená a na jejím povrchu je voskovitý povlak, který zmenšuje odpařování vody, chrání bobule před účinky dešťové vody a postřikových látek, hmyzu a mikroorganismů. Bílé odrůdy mívají zelené, žlutozelené a jantarové zbarvení bobulí. Červené odrůdy mají slupku červenou až červenofialovou. U modrých odrůd bývá slupka tmavočervená, modrá a tmavomodrá. V dužině jsou jednoduché zkvasitelné cukry, a to glukóza (hroznový cukr) a fruktóza (ovocný cukr). Nejvíce zastoupené kyseliny jsou kyselina vinná a jablečná. Semena obsahují 10-20 % olejů, které se skládají z glyceridů, kyseliny stearové, palmitové a linolové. Dále obsahují značné množství tříslovin a hořkých látek (Otáhal, 2010).



Obr. 15: Morfologie bobule (dostupné z: https://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=1269&typ=html)



Obr. 16: Systém umístění hroznu na letorostu – tzv. trojčlen (dostupné z: Pavloušek, Lampíř, et al., 2016)

3.4 Pěstování révy vinné

Pod pojem vinařství je možné zahrnout pěstování, ochranu a sklizeň hroznů. Enologie je věda zabývající se vínem a jeho výrobou, včetně kvašení hroznů, lisování, zrání a uskladnění. Vinicí rozumíme plochu pro pěstování révy vinné pro výrobu vína jako nápoje, pro pěstování stolních hroznů a výrobu nealkoholických hroznových moštů, případně pro potravinový doplněk, kterým jsou rozinky atd. (Pavloušek, 2011).

Réva vinná je známa svojí dlouhověkostí prosperující i několik staletí se schopností stále produkovat plody. Zvykem bývá měnit výsadbu nových kultivarů, které se postupem času lépe osvědčují, jsou odolnější a vykazují hodnoty odpovídající aktuálním trendům. Obměna vinice může být dána také působením mnoha faktorů, jako je například klesající produkce hroznů vedoucí k ekonomickým ztrátám. Stárnutí rostliny révy vinné má pozitivní vliv na její vlastnosti. Jednou z těchto vlastností je vyšší tolerance vůči deficitu vody a vyšší rovnováha mezi vegetativním a reprodukčním růstem (Nader et al., 2019).

Jedny z největších ztrát půdy erozí a vody z pěstovaných plodin vykazují právě vinice, což je způsobeno nedostatečným krytím listů na rostlině během zimního období a hustý rostlinný pokryv v létě neumožňuje přístup dešťových kapek k povrchu půdy. Z těchto důvodů často bývá půda holá a popraskaná vlivem vodní a větrné eroze, zejména v době výsadby mladých vinic, které nemají vyvinutý kořenový systém a dostatečný listový kryt. Růstem rostlin se zvyšuje úroveň pokryvu půdy a kořenový systém udržuje půdu na místě, což je znatelné převážně při pěstování révy vinné ve svažitých oblastech (Rodrigo-Comino et al. 2018).

Réva vinná je citlivá na nedostatek vody, což závisí na řadě faktorů, jako jsou například charakter půdy, zásoby vody v půdě a mezoklima. Liší se podle genetických vlastností rostlin (odrůda, podnož) a také dle agronomických faktorů a pěstitelských technik, jako jsou krycí plodiny, spon výstavby, poměr listů a plodů (Zufferey et al., 2018). Studie uskutečněné v různých oblastech ukázaly, že množství vody v rostlinách má zásadní vliv na fyziologické reakce révy vinné, kvalitu hroznů a výsledného produktu. Velikost zdravého kořenového systému zlepšuje schopnost odolávat nedostatku vody (Seguin, 1975, van Leeuwen a Seguin, 1994). Extrémní vodní stres vede ke snížení výměny plynů prostřednictvím otevírání a zavírání průduchy, což vede ke zpomalení růstu rostliny v raných fázích (Chaves et al., 2010). Díky omezenému pohybu vody rostlinou, a s tím spojeným zmenšováním listové plochy opadem listů je rostlina schopna udržet vodní potenciál listů nad prahovými hodnotami, čímž se vyhne vzniku kavitace (výskytu vzduchových bublin v buňkách) za velkého deficitu vody (Tyree a Sperry, 1988). Vliv vodního deficitu na velikost výnosu závisí na intenzitě, časové

dotaci a době, kdy nastane (Deloire et al., 2004). Pokud se sucho projeví na počátku sezóny, má za důsledek menší počet bobulí na hrozen. Vodní stres, který nastane mezi obdobím nasazování plodů a vegetačního klidu působí snížení hmotnosti bobulí (Ojeda et al., 2001). Na druhou stranu pomalu eskalující, mírný nedostatek vody vede k pomalé inhibici růstu rostlin v období rašení, což podporuje vznik bobulí bohatších na cukry, antokyany a fenolové sloučeniny s menším množstvím kyselin (van Leeuwen et al., 2009, Zufferey et al., 2017). Bell a Henschke a Lacroux et al. (2005, 2008) uvádí, že pro vznik vysoce kvalitních bílých vín je známo, že réva by neměla trpět nedostatkem minerálních živin. Z tohoto důvodu by se mělo zamezit vystavování révy vinné přílišnému vodnímu deficitu (Choné et al., 2006), který může vést ke ztrátě aromatických látek a kvality vína (Reynard et al., 2011).

Dalšími faktory podle Rodrigo-Comino et al. (2018) jsou svažitost terénu, extrémní srážky či dlouhá období sucha, intenzivní zpracování půdy a používání herbicidů, což má za následek malé zadržování vody. Půdní podmínky, textura půdy, dostatek organických látek, či dobrá vodní jímavost tvoří kompaktní celek pro vhodné pěstování révy vinné. Dostatek organické hmoty a humusu je hlavním zdrojem živin, které se postupně uvolňují. Růst kořenového systému by neměl být ničím omezen, proto je vhodné rigolování (příprava půdního profilu do hloubky až jeden metr)

Dalším faktorem ovlivňující výnos a prosperitu je vhodné hospodaření s vodou, jak uvádí Pavloušek a Lampíř (2016). Závisí na velikosti pórů v půdě, kdy hrubé póry vedou půdou vzduch a přijímají vodu v době srážek. Střední póry nabízí rostlině dostupnou vodu. Jemné póry nemají vliv na získání vody.

Oproti menším plochám malopěstitelů konvenční vinice častěji využívají minerální hnojiva, čímž byly pozorovány významné rozdíly mezi vinicemi s odlišným způsobem obhospodařování (Likar et al., 2015). Postupy intenzivního zemědělství výrazně snižují biologickou diverzitu běžně se vyskytujících organismů na vinicích. Zejména rozsáhlé vinice střední a jižní Evropy jsou intenzivně obhospodařovány, proto z nich mizí vzácné rostlinné a živočišné druhy. V posledních letech dochází ke značnému omezení používání insekticidů. Pro kontrolu a ošetření se používá šetrnější integrovaná ochrana. Někteří pěstitelé se přiklání k ekologické produkci. Snížila se četnost postřiků herbicidy, což vedlo ke zvýšení vegetačního pokryvu půdy a tím ke zlepšení půdní soudržnosti, čímž nedochází k půdní erozi nebo úniku vody (Arlettaz et al., 2012). Oproti tomu postupy integrované produkce vína jsou kompromisní řešením mezi ekologickým způsobem výroby vína a intenzivním zemědělstvím. Integrované zemědělství je oproti tomu intenzivnímu limitované tím, že se eliminují dávky chemických přípravků do vinic například na základě vytváření prognóz o výskytu chorob

či upřednostňováním přípravků na bázi elementární síry a mědi, biologických prostředků apod. Cílem tohoto typu hospodaření je co nejvíce omezit používání chemických hnojiv a co nejvíce využívat přirozenou odolnost révy vinné (VeJVodová, MZe, 2015).

V současnosti se omezuje používání minerálních hnojiv, která jsou stále více nahrazovaná organickými hnojivy šetrnějšími k životnímu prostředí. Trendem je návrat živin do půdy zapracováním spadlých listů, posklizňových zbytků, třapiny a mulčováním odstraněných výhonů. Pro mulčování jsou vhodné mladé výhony, naopak staré dřevo je spíše zdrojem chorob a škůdců, nevhodné a mělo by být z vinic odstraněno. Mulč je zdrojem makroživin i mikroživin. Kromě základních makroživin, důležitých pro všechny rostliny jako je dusík, kyslík, uhlík, vodík a draslík, vápník, je významná síra, která ovlivňuje chuť a vůni. Pro správný růst révy vinné je nezbytný také fosfor ovlivňující plodnost a násadu hroznů a dále hořčík, důležitý pro tvorbu chlorofylu. Kvetení, tvorbu chlorofylu a vývoj plodů ovlivňují také mikroživiny, železo, mangan, měď a bor ovlivňují kvetení a nasazování bobulí, tvorbu bílkovin podporuje zinek a enzymatické změny molybden. Složení půdy ovlivňuje kvalitu produktů z révy vinné (hrozny, šťáva, víno). Nejdůležitější vlastností půdy ovlivňující minerální složení a dostupnost živin je pH půdy (Pavloušek a Lampíř, 2016). Nižší půdní pH snižuje dostupnost makroživin, zatímco vyšší pH omezuje dostupnost mikroživin v půdě. Kromě toho účinnost pesticidů, používání zdrojů organických a anorganických hnojiv v půdě také vyžaduje správné pH pro maximální využití rostlinami. Účinnost aplikovaných pesticidů, používání organických a anorganických hnojiv v půdě též vyžaduje optimální pH pro maximální využití rostlinami (Godal et al., 2021).

Pro založení prosperující vinice a pěstování révy vinné je klíčový výběr vhodného stanoviště. Pro Českou republiku jsou podle Pavlouška a Lampíře (2016) klíčové faktory uvedeny v obr. 17.

minimální průměrná roční teplota	8,5–9,0 °C
průměrná teplota nejhladnějšího měsíce	-1,1 °C
průměrná teplota za vegetační období	11–16 °C
minimální úhrn srážek za vegetaci	300 mm
celkový úhrn srážek za vegetaci	500–600 mm
délka vegetačního období	17–90 dnů
délka slunečního svitu za vegetaci	1 100–1 600 hodin (1 700 hodin)

Obr. 17: Tabulka, přehled základních podmínek pro pěstování révy vinné (dostupné z: Pavloušek a Lampíř, 2016)

Réva vinná je rostlina mírně teplého klimatu. Není úplně odolná vůči silným poklesům zimních teplot, zároveň ji však nevyhovují v době dozrávání hroznů horké, tropické dny.

Průměrná roční teplota ve vinohradnické oblasti by měla být okolo 9 °C. Minimální zimní teploty, které může réva vinná snášet, jsou závislé na odrůdě, zatížení úrodou, vyzrálostí dřeva, stavem výživy rostliny a rovněž průběhem nízkých teplot. Sluneční záření rozhodujícím způsobem ovlivňuje oteplování půdy a vitalitu révy. Výzkumy ukazují, že u révy vinné je potřebných 1 300–1 600 hodin slunečního záření za rok (Müllerová, 2014).

Nadmořská výška je v tuzemských klimatických podmínkách jedním z limitujících faktorů pro pěstování révy. S přibývajícím nadmořskou výškou klesá teplota vzduchu, podnebí se stává méně příznivým pro pěstování a vegetační období se zkracuje. Důsledkem je, že se zrání bobulí prodlužuje, zmenšuje se jejich velikost a zkracuje se fenofáze dozrávání (Müllerová, 2014).

Expozice pozemku je pro využití plochy pro pěstování révy vinné velmi významná. Rovinaté pozemky vykazují sice vyšší průměrné denní a maximální teploty než svahy, avšak v zimním období se na nich může velmi silně projevit poškození mrazem. Velmi vhodné pro vinohradnictví jsou svahovité pozemky. Na nich panuje příznivé mikroklima, výkonnost asimilace je největší, a réva je více odolná k zimním mrazům. Jižní svahy mají nejsilnější sluneční záření a réva tam má nejlepší využití (Müllerová, 2014).

Pro pěstování révy vinné v České republice je charakteristická především skutečnost, že se jedná o severní vinařskou oblast střední Evropy. Působení vlhkého atlantského vzduchu zpomaluje zrání hroznů a přispívá ke zvýšené tvorbě aromatických a kořených látek v bobulích. Proměnlivost povětrnostních poměrů spolu s různorodostí půd vtiskuje vínům zde pěstovaným nesmazatelný originální charakter, který vyniká především při výrobě přívlastkových vín (eAGRI, 2021).

V České republice se réva vinná pěstuje ve vinařských oblastech Čechy a Morava, rozdělených a blíže specifikovaných ve Vinařském zákonu (Zákon č. 321/2004 Sb.). Pro vinohradnictví je nicméně rozhodující oblast Moravy, na níž vychází přes 96 % veškerých vinic České republiky. Vinařská oblast Morava se dělí na podoblasti Znojemskou, Mikulovskou, Velkopavlovickou a Slováckou a vinařská oblast Čechy se dělí na podoblasti Litoměřickou a Mělnickou. Celkový produkční potenciál ČR je 18,5 tis. ha., z toho je osázená plocha 17,9 tis. ha za rok 2022. Průměrný výnos za poslední tři roky činí 5,6 t/ha. Bílé moštové odrůdy tvoří dvě třetiny, modré jednu třetinu z celkové osázené plochy vinic. Nejpěstovanějšími bílými odrůdami u nás již tradičně zůstávají Veltlínské zelené, Ryzlink rýnský, Ryzlink vlašský a Müller Thurgau. Nejvíce zastoupenými modrými odrůdami jsou Frankovka, Svatovavřínecké, Rulandské modré a Zweigeltrebe (MZe, 2022).

3.5 Choroby a škůdci

Výměna rostliny tzv. kus za kus je jednou z nejběžněji využívaných praktik k boji vůči snižování výnosu vinic spojeného s onemocněním révy vinné. Kombinace nulového vodního deficitu a dobré dostupnosti vody v půdě vede k rychlému růstu rostlin a tím se zvyšuje riziko objevení houbových chorob, což mění kvalitu sklizně (van Leeuwen et al. 2009; Zufferey et al., 2017).

Z výčtu chorob vyskytujících se na révě vinné lze na našich vinicích nejčastěji pozorovat například fytoplazmové žloutnutí a červenání listů révy, padlí révy, virovou svinutku révy vinné, bílou hnilobu révy vinné, červenou spálu, šedou hnilobu hroznů révy, Roncet révy vinné, plíseň révovou (obr. 19), odumírání révy ESCA, chřadnutí, botrytiová hniloba květenství obr. 18, vějířovitost listů révy a eutypové odumírání révy (Grainger et al. 2016; Jurášková et al., ÚKZÚZ 2020).



Obr.18: Botrytiová hniloba květenství (dostupné z: <https://www.vinarskepotreby.cz/clanky/detail/pece-o-revu-vinnou-po-odkvetu.htm>)



Obr. č. 19 – Plíseň révová, projevy na horní a spodní straně listu (dostupné z: <https://www.vinarskepotreby.cz/clanky/detail/pece-o-revu-vinnou-po-odkvetu.htm>)

Mezi hlavní škůdce révy vinné se řadí obaleči, vlnovníkovití, mšička révokaz (obr. 20), zobonoska révová, lalokonosec rýhovaný, osenice, blýskáček řepkový, černáč révový, drtník ovocný, puklice, křís révový, ptáci a savci (zajíci, hraboši, srnci) (Grainger et al. 2016; Jurášková et al., ÚKZÚZ 2020).



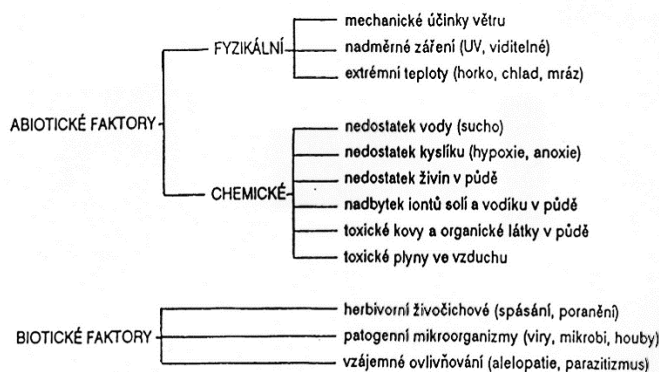
Obr. 20: Mšička révokaz (*Dactylosphaera vitifoliae*) na litech révy vinné (dostupné z: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.56511>)

3.6 Stresové faktory

Vzhledem k nepohyblivému způsobu svého života jsou rostliny neustále vystaveny širokému spektru environmentálního stresu. Patří mezi ně zasolení, sucho, chlad, teplo, živiny, ochlazení, mrazy, vysoká intenzita osvětlení, ozón (O₃) a v neposlední řadě také anaerobní stresy (Suzuki et al., 2014).

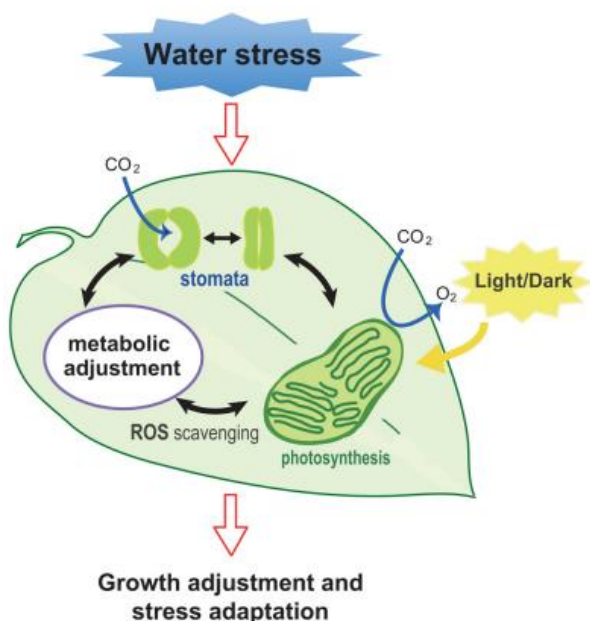
Stres je popisován jako nepříznivý stav, který je indukován působením určitého faktoru neboli stresoru. Tento stav vyvolává stresovou reakci, která podněcuje aktivaci obranných mechanismů rostliny (Müllerová, 2014). Vliv stresových faktorů se na rostlinách projevuje snižováním celkové vitality, vzhledu, snižováním výnosu u kulturních plodin (Řepková, 2013). Při dlouhodobém působení stresoru může dojít až k úhynu rostliny (Müllerová, 2014). Vodní deficit je ve světovém měřítku nejvýznamnější faktor, omezující produktivitu rostlin. Na vodní deficit rostliny reagují snížením odpařování vody z listů zavřením průduchů (Řepková, 2013).

Stres dělíme na dvě skupiny, biotický a abiotický (obr. 21). Průzkumy poukázaly na to, že mnoho podmínek abiotického stresu oslabuje obranné mechanismy rostlin a zvyšuje jejich náchylnost k infekci patogeny (Suzuki et al., 2014).

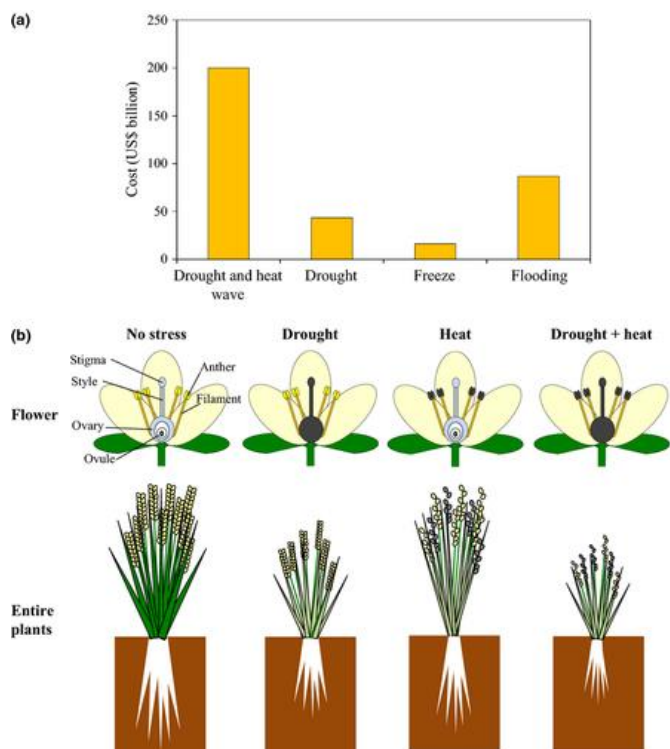


Obr. 21: Rozdělení stresových faktorů (dostupné z: PřFUK, Opatrný, 2014)

Jedním z hlavních cílů šlechtění je vyšlechtění rostlin se zvýšenou schopností zvládnání přežití a růstu ve zhoršených podmínkách a nedostatku vláhy. Rostliny vyvinuly komplexní chemické a fyziologické adaptace, díky kterým se dokážou přizpůsobit různým stresovým faktorům (Osakabe a kol., 2014). Vodní stres způsobuje pokles vodního potenciálu v listech a otevření průduchů na listu, jak dokládá obr. 23, což vede ke zvýšené dostupnosti CO_2 (Osakabe, 2012) (obr. č. 22).



Obr. 22: Reakce rostliny na vodní stres (dostupné z: Osakabe, 2014)



Obr. 23: Změny růstu rostliny v reakci na stres, či kombinaci stresů (dostupné z: <https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/nph.12797>)

3.6.1 Vodní deficit

Vodní stres u rostlin snižuje vodní potenciál a turgor rostlinné buňky, což zvyšuje koncentrace rozpuštěných látek v cytosolu a extracelulárních matricích. Za následek je pak považováno zmenšování buňky, což vede k inhibici růstu a ke snížení reprodukce. Na tento proces následně navazuje hromadění kyseliny abscisové (ABA) a aminokyseliny prolin, což způsobuje vadnutí rostliny a snížení či ztrátu turgoru (Rahman et al., 2011).

V této fázi se v nadměrné míře tvoří reaktivní formy kyslíku (ROS) a sloučeniny, jako jsou kyselina askorbová a glutathion, které nadále přispívají ke zhoršování nepříznivého stavu. Vodní deficit snižuje nejen vodní potenciál rostliny snížením obsahu vody, turgoru, ale také ovlivňuje uzavírání průduchů, omezuje transpiraci a zpomaluje rychlost fotosyntézy. Negativní účinky na příjem a transport živin v rostlině a metabolismus zapříčiňují zmenšování listové plochy a přerodělování asimilátů mezi jednotlivé orgány. Taktéž byla pozorována změna elasticity buněčných stěn rostlin a narušení homeostázy a distribuce iontů v buňce. Další důsledek spojený se suchem je syntéza nových proteinů (Rahman et al., 2011). Při vodním deficitu se růst buněk zpomaluje nebo zcela zastavuje a tím se zpomaluje celkový růst rostlin. Vodní stres má z pravidla větší vliv na růst buněk více než na jejich dělení. Růst rostlin za nedostatku závlahy má za důsledek změnu rychlosti fotosyntézy, dýchání, příjem iontů a sacharidů, příjem živin a hormonů (Rahman et al., 2011).

V reprodukčních pletivech pak primárně ovlivňuje vývoj pestíků (Suzuki et al., 2014). Stres ze sucha by například způsobil snížení průduchové vodivosti, čímž by se zvýšila tolerance rostlin vůči stresu O₃ (Pääkkönen et al., 1998, Löw et al., 2006).

Krátkodobý stres způsobený ozónem měl za následky chlorózu a drobné nekrotické léze, zatímco stres z omezené zálivky zapříčinil vadnutí celých listů a chloróze, stejně jako u O₃ stresu. Účinky způsobené stresory působícími samostatně byly významně vyrušeny, když byly tyto stesy na rostliny souběžně působící (Iyer et al., 2013).

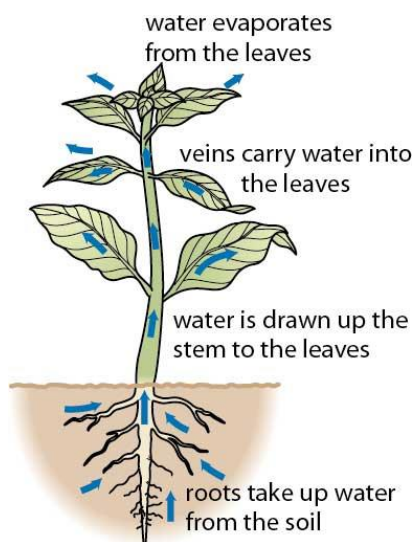
Z ekonomického hlediska má sucho nejvyšší vliv především na pokles výšky rostlin a na následný výnos (Suzuki et al., 2014).

3.6.2 Vliv vodního deficitu na fotosyntézu

Rychlost fotosyntézy je výrazně ovlivněna vodním deficitem. Odolnost rostlin k nedostatku vody způsobuje metabolické změny a také funkční a strukturální změny fotosyntetického aparátu. Fotosyntéza rostlin se snižuje v závislosti na snižujícím se relativním obsahu vody (RWC) a také vodního potenciálu listů. Snížená rychlost fotosyntézy je obvyklým důsledkem působení vodního deficitu. Jako primární původce je označováno limitované otevírání a zavírání stomat a za sekundární pak metabolické poškození. Část studií uvádí, že inhibice rychlosti fotosyntézy při vodním deficitu je zapříčiněna uzavíráním stomat, další pak zase označily jako důvod jiné faktory, než stomatální (Rahman et al., 2011).

Výsledky studií ukazují, že rostliny s typem fotosyntézy C₄ jsou citlivější než rostliny s typem fotosyntézy C₃. Tento jev vysvětluje, proč převažují rostliny C₄ v suchých a horkých oblastech, které jsou díky vysokým teplotám náchylnější k nedostatku vody. Rostliny C₄ a C₃ jsou shodné v základních procesech fotosyntézy, jako například Calvinův cyklus, avšak jsou mezi nimi významné rozdíly, které mají za důsledek rozlišné reakce vůči vodnímu stresu na mnoha úrovních (Rahman et al., 2011).

Při působení vodního deficitu na omezení rychlosti fotosyntézy ovlivňuje rostlinu více faktorů. Ty se nazývají kofaktory a jejich efekty jsou kvalitativní a kvantitativní změny. Významné jsou pak zejména změny v zásobě fotosyntetizujících pigmentů, nízký příjem CO₂ v důsledku uzavírání průduchů a asimilace listů. Míra asimilace v listech se snižuje kvůli redukci fotosyntetických metabolitů a aktivitě enzymů, inhibici aktivity chloroplastů a nízké účinnosti karboxylace. Mezi další kofaktor při vodním stresu (obr. 24) je poškození fotosyntetického aparátu produkcí ROS, a to např. superoxidové a hydroxylové radikály (Rahman et al., 2011).



Obr. 24: Reakce rostliny na vodní stres (dostupné z: <https://socratic.org/questions/why-is-the-process-of-transpiration-and-why-it-is-important-to-plants>)

4 Metodika

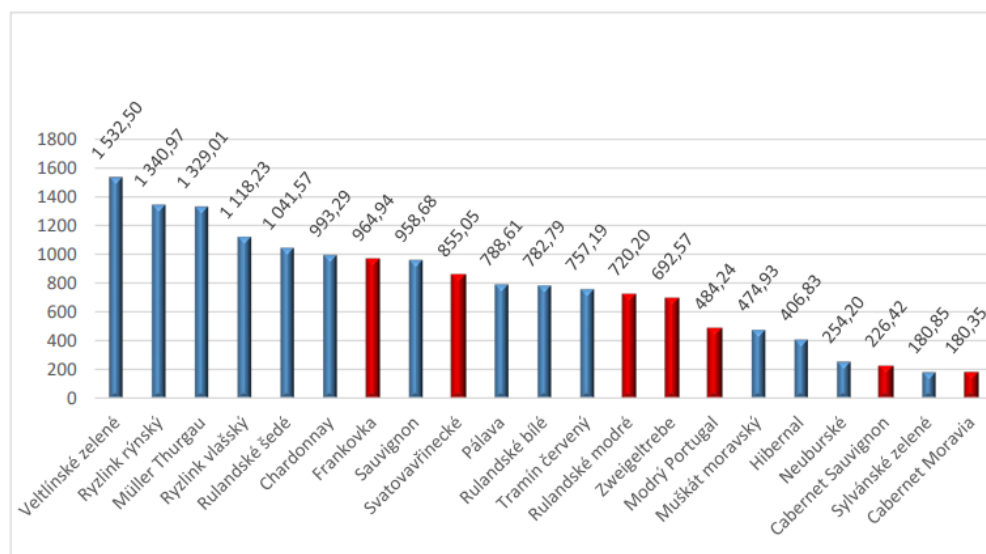
Pokus byl založen jako nádobový (obr. č. 25), skleníkový, s částečně řízenými teplotními podmínkami. Do pokusu byly zařazeny tři odrůdy révy vinné: ‘Modrý Portugal’, ‘Müller Thurgau’ a ‘Sauvignon’. U řízků révy vinné byl sledován vliv vodního deficitu na fotosynteticky aktivní pigmenty (celkový chlorofyl a karotenoidy), vodní potenciál, rychlost výměny plynů a fluorescenci v průběhu 30 dnů.



Obr. 25: Příprava rostlin pro laboratorní měření (dostupné z: autor práce)

4.1 Charakteristika vybraných odrůd

Na plochách českých vinic se pěstují moštové odrůdy zmíněné v grafu 26. Z těchto odrůd byly zvoleny – ‘Modrý Portugal’, ‘Müller Thurgau’ a ‘Sauvignon’.



Obr. 26: Plocha moštových odrůd v ČR k 31. 12. 2022 (dostupné z: https://eagri.cz/public/portal/-q7711---tcy1HM68/pestovani-revy-vinne-v-ceske-republice-v?_linka=a166681)

4.1.1 Müller Thurgau

Odrůda ‘Müller Thurgau‘ (dále jen „MT“), prodávaná také pod atraktivnějším synonymem Rivaner, je bílá moštová odrůda, kterou vyšlechtil Dr. Hermann Müller, v roce 1882, ve šlechtitelské stanici Geisenheim z odrůd Ryzlink rýnský a Madlenka královská. Název této odrůdy, která prakticky vytlačila z vinic v Evropě pěstované odrůdy jako například Neuburg, nebo Sylvánské zelené, je spojením příjmení šlechtitele a kantonu (Thurgau), ze kterého pocházel. V dnešní době se pěstování této odrůdy úspěšně rozšířilo i do zemí jako Spojené státy americké nebo Nový Zéland. Pěstování této odrůdy se nejvíce daří v chladnějších vinařských oblastech, jelikož dozrává už kolem poloviny září (Sedláček, 2006).

Pro Rivaner je charakteristický středně velký až velký válcovitý hrozen (obr. č. 27). Žlutozelené, kulaté středně velké bobule s řídkou dužinou, jemné muškátové chuti. Výsledné víno je pak jemné, s nižšími kyselinami (Sedláček, 2006). Tato odrůda je jemně aromatická, kořenitá, s lehkou vůní muškátového oříšku a příjemnými ovocnými tóny broskve a citrusových plodů jako například grapefruit. Dále je charakteristická svým květinovým aromatem bezu, zimostrázu a bylinným tónům s příchutí zeleného jablka (Baker, 2004).

Odrůda MT je nejznámější a nejrozšířenější kříženec révy vinné na světě. Do Státní odrůdové knihy ČR byla tato odrůda zapsána v roce 1941 (Sedláček, 2006). K 31. 12. 2022 činí výměra vinic, na které se MT pěstuje přibližně 1329 ha. V Litoměřické podoblasti výměra MT dosahuje 76 ha, v Mělnické p. 35 ha, v Mikulovské p. 276 ha, ve Slovácké p. 346 ha, ve Velkopavlovické p. 341 ha a ve Znojemské p. 254 ha (ÚKZUZ, 2022).



Obr. č. 27 – Hrozen *V. vinifera* ‘Müller Thurgau‘ (dostupné z: <https://www.vinomapa.cz/muller-thurgau-zakladni-informace-ktere-byste-o-teto-odrude-meli-znat/>)

4.1.2 ‘Sauvignon‘

Sauvignon (dále jen „Sg“) je bílá odrůda révy vinné s původem nejspíše v Bordeaux. Na základě genetických analýz bylo zjištěno, že vznikla křížením Chenin Blanc a Tramínu. Pěstování Sg je rozšířeno téměř ve všech vinařských zemích světa. V České republice největší rozšíření zažila tato odrůda od 50 let minulého století (Sedláček, 2006).

Sg byl do Státní odrůdové knihy zapsán v roce 1952 (Sedláček, 2006). K 31. 12. 2022 činí výměra vinic, na které se Sg pěstuje přibližně 959 ha. V Litoměřické podoblasti výměra Sg dosahuje 0,5 ha, v Mělnické p. 1,3 ha, v Mikulovské p. 328 ha, ve Slovácké p. 163 ha, ve Velkopavlovické p. 209 ha a ve Znojenské p. 257 ha (ÚKZUZ, 2022).

Sedláček (2006) uvádí, že hrozen je hustý, malý, s krátkou stopkou (obr. 28). Bobule jsou malé, kulaté až středně velké, žlutozelené barvy. Výsledný charakter je významně ovlivňován ročníkem. Plné zralosti dosahuje v polovině října. Toto víno mění svůj charakter zráním, hlavně pak v prvních dvou kvartálech školení. Z toho důvodu se této odrůdě začalo mezi sklepmistry přezdívat „chameleón“. Dle Cynthia et al. (2009) bylo pro Sg identifikováno 16 charakteristických vjemů. V této odrůdě byli vyzdvihnuty tóny mučenky, kapie, buxusu, popisovaného také jako kočičí moč. Dále travnaté a minerální tóny, tóny citrusů, bourbonu, jablečných bonbónů, tropické a mentolové. V neposlední řadě pak čerstvý chřest, chuť peckovin, jablka a cukrového hrášku.



Obr. 28: Hrozen *V. vinifera* ‘Sauvignon‘ (dostupné z: <https://www.weinstrasse.com/it/cultura-e-territorio/vino/vini-e-varieta-di-vite/sauvignon-blanc/>)

4.1.3 Modrý Portugal

Modrý Portugal (dále jen „MP“) je starobylá evropská odrůda nejasného původu. Do našich vinic se rozšířila v 19. století z Rakouska. Odrůda MP je vhodná ranější odrůda pro výrobu Svatomartinského vína. MP dozrává ve druhé polovině září a není příliš odolná vůči houbovým onemocněním a plísním (Sedláček, 2006).

Sedláček (2006) popisuje, že hrozen MP je středně velký a středně hustý (obr. 29). Bobule jsou středně velké, kulaté, tmavomodré barvy s tenkou a měkkou slupkou. Dužina je řídká a měkká. Výsledný produkt je lehčího typu s rubínovými odstíny a celkovou nižší barevnou intenzitou. Odrůda MP vykazuje tóny peckovin, černého koření a červeného ovoce. Často také vyniká květinovou vůní, nejčastěji fialek a pivoňek, které předchází vůni čerstvého sena vznikající během zrání (Baker, 2004).

Do Státní odrůdové knihy ČR byla zapsána v roce 1941 (Sedláček, 2006). K 31. 12. 2022 činí výměra vinic, na které se MP pěstuje přibližně 484 ha. V Litoměřické podoblasti výměra MP dosahuje 18 ha, v Mělnické p. 15 ha, v Mikulovské p. 61 ha, ve Slovácké p. 167 ha, ve Velkopavlovické p. 198 ha a ve Znojemské p. 26 ha (ÚKZUZ, 2022).



Obr. 29: Hrozen *V. vinifera* ‘Modrý Portugal‘ (dostupné z: <https://www.vinazmoravyvinazcech.cz/cs/o-vine/pruvodce-vinem/deleni-vina/deleni-podle-odrud/odrudy-cervenych-vin/4581772-modry-portugal>)

4.2 Založení pokusu

Pokus byl založen jako skleníkový, nádobový, kdy pro pokus byl využit skleník katedry botaniky a fyziologie rostlin ČZU v Praze. Řízky révy vinné o dvou pupenech získané z vinice sv. Kláry v Praze byly zasazeny do plastových nádob o rozměru 5 × 5 cm. Jako vstupní medium byl použit perlit o zrnitosti cca 1-3 mm. Pokus byl zahájen po vyrašení 4-5 listů. Schéma pokusu zahrnovalo 5 variant. První varianta byla kontrolní, beze změny množství záливky. Množství záливkové vody 120 ml. U zbylých čtyř variant se záливka snižovala. Množství vody činilo 90, 60, 30 a 15 ml na jednu nádobu. Rostliny byly zavlažovány v intervalu jednou za 3 dny. Teplota ve skleníku s částečnou regulací činila přes den 25 °C a v noci 21 °C a vlhkost vzduchu byla 70 %. Rostliny byly pěstovány za přirozených světelných podmínek.

5. Měřené fyziologické charakteristiky

K vyhodnocení výsledků byl použit program pro zpracování dat STATISTICA 12. Jako metoda pro analyzování dat byla zvolena ANOVA s interakcemi. Stanovená hladina významnosti byla $\alpha=0,05$. Výsledkem ANOVY byla tabulka s hodnotami průměrů a směrodatných chyb. Následně byl použit Microsoft Office Excel. Výstupem byl graf s hodnotami průměrů a směrodatnými chybami. Výsledky vychází u fotosynteticky aktivních pigmentů nejméně ze 2 opakování, u rychlosti fotosyntézy ze 13 opakování, u transpirace ze 13 opakování, u fluorescence z 10, u vodního potenciálu ze 2 opakování.

5.1.1. Fotosynteticky aktivní pigmenty

Dle metodiky Porry et al. (1989) byl stanoven obsah pigmentů. K pokusu byly použity listy révy vinné, z nichž byly pro každé měření vyříznuty vzorky o rozměru 1 cm² (obr. 30). Vzorky byly vloženy do 1 ml dimethylformamidu (DMF). Pigmenty se extrahovaly v chladu a temnu po dobu 24 hodin, během kterých se vzorky pravidelně promíchávaly. Následný den byl roztok spektrofotometricky vyhodnocen pomocí přístroje UV-Vis Evolution 2000 (ThermoScientific). V rámci pokusu byl použit čistý dimethylformamid jako slepý vzorek. Měření absorbancí probíhalo při vlnových délkách 480; 648,8; 663,8 a 710 nm.

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

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

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

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



Obr. 30: Příprava vzorků pro měření fotosynteticky aktivních pigmentů (dostupné z: autor práce)

5.1.2 Rychlost výměny plynů

K měření rychlosti výměny plynů byla využita nedestruktivní metoda pomocí infračerveného analyzátoru plynů LCpro+ (ADC BioScientific Ltd.) (obr. 31). Jedná se o gazometrický přenosný přístroj používaný k měření výkonu čisté fotosyntézy, transpirace a stomatální vodivosti. Přístroj dále umožňuje měřit teplotu vzduchu, listu, atmosférický tlak a intenzitu osvětlení. LCpro+ se skládá z měřicí hlavičky a hlavní programovatelné konzoly s LCD displejem. Rychlost transpirace a fotosyntézy se vypočítá z průtoku a změny koncentrace plynů mezi výstupem a vstupem z komory (ADC BioScientific 2013). Rychlost výměny plynů byla sledována na základě pokusů Holá et al. (2010). Rychlost výměny plynů byla měřena v dopoledních hodinách při hustotě ozáření $650 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ a teplotě $25 \text{ }^\circ\text{C}$.



Obr. č. 31 – Měření pomocí přístroje infračerveného analyzátoru plynů LCpro+ (dostupné z: autor práce)

5.1.3 Fluorescence

Pomocí fluorometru OS5p+ byly nedestruktivní metodou měřeny parametry fluorescence chlorofylu F_v/F_m a F_v/F_0 , a to vždy po předcházejícím zatemnění místa měření s využitím plastových klipů po stanovenou dobu 20 minut.

OS5p+ je přenosný fluorometr založený na pulsní amplitudové modulaci. Skládá se z programovatelné konzole s LCD displejem a z měřicího přístroje, schopného vyvolávat různé druhy záření jako je slabé modulované, saturační nebo aktinické záření (Opti-Sciences 2023). Po uplynutí doby zatemnění listů dojde podle Roháček & Barták (1999) k reoxidaci (otevření) všech reakčních center fotosystému II (PSII) a následně ozáření listů slabým modulovaným zářením za změření minimálního výtěžku fluorescence v temnostně adaptovaném stavu F_0 . Tato hodnota je konstantní, nezávislá na fotosyntetické aktivitě. Posléze ozáření listů krátkým saturačním světlem dojde k opětovné redukci elektronových akceptorů (uzavření) PSII, vzrůstu fluorescence chlorofylu a změření maximální fluorescence v temnostně adaptovaném stavu F_m . Rozdíl mezi F_m a F_0 je označován jako maximální výtěžek variabilní fluorescence chlorofylu v temnostně adaptovaném stavu (F_v).

S využitím naměřených hodnot F_m , F_0 a vypočítaného F_v lze vypočítat poměry:

- a) poměr F_v/F_m nazývaný maximální kvantový výtěžek fluorescence a
- b) poměr F_v/F_0 nazývaný potenciální účinnost fluorescence.

5.1.4 Osmotický potenciál

Vodní (osmotický) potenciál vyjadřuje o kolik je aktivita vody v pletivech nižší než aktivita chemicky čisté vody (Ehlers & Goss 2016). K měření vodního potenciálu se použil přístroj WP4C (Decagon, USA). Vzorek je ekvilibrován metodou headspace pomocí uzavřené komory, která obsahuje zrcadlo a prostředky (příslušenství) detekující míru kondenzace na zrcadle. Při rovnováze je vodní potenciál vzduchu v komoře stejný jako vodní potenciál vzorku. Nakonec se vodní potenciál vzorku vypočítá pomocí hodnot tlaku prostoru a saturačních par s vodou (Haghverdi et al. 2020).

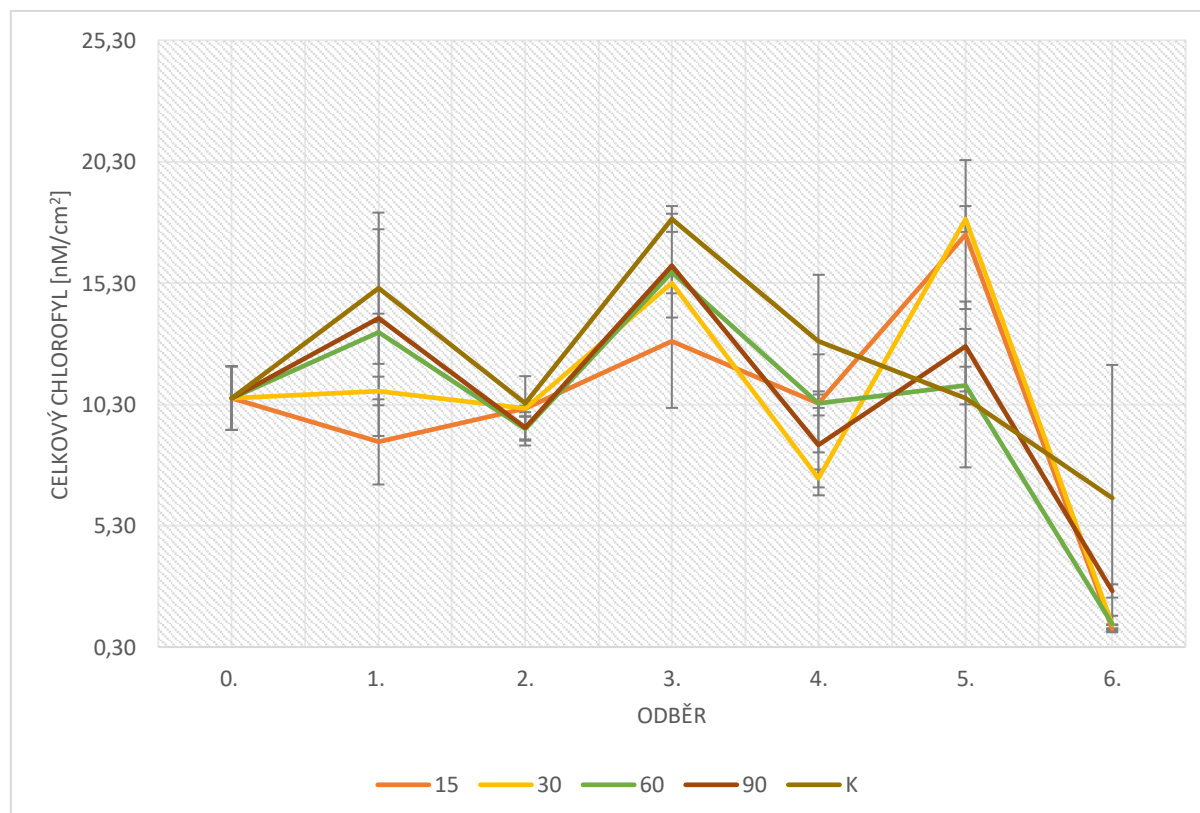
6 Výsledky

Jako modelové rostliny byly zvoleny odrůdy révy vinné: 'Modrý Portugal', 'Müller Thurgau' a 'Sauvignon'. Nádoby byly po celou dobu trvání pokusu umístěny ve skleníku s částečně řízenými teplotními a světelnými podmínkami. Pro měření osmotického potenciálu byl použit přístroj WP4C. Pro stanovení chlorofylu v listech byla využita metoda Porra. Ke stanovení fluorescence byl využíván fluorometr OS5p+. Rychlost výměny plynů byla pozorována pomocí infračerveného analyzátoru plynů LCpro+.

6.1 Fotosynteticky aktivní pigmenty

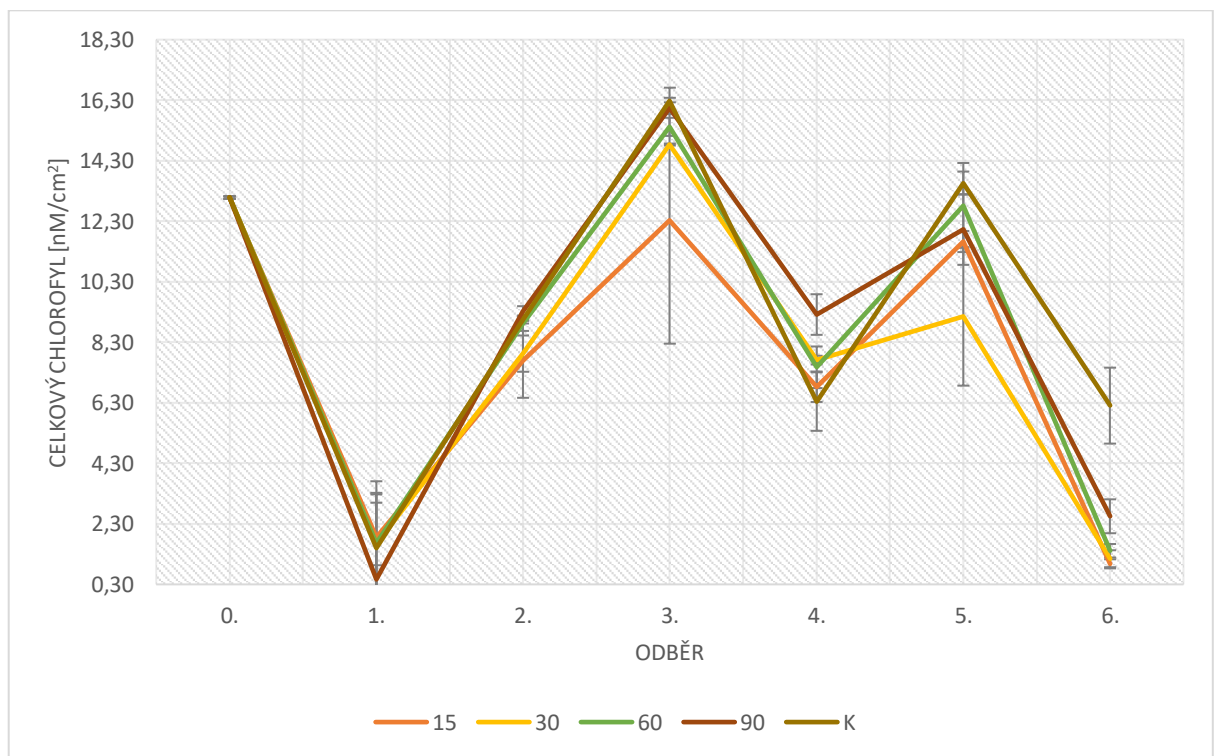
6.1.1 Celkový obsah chlorofylů

Graf 1 znázorňuje změny v obsahu celkového chlorofylu v listech odrůdy 'Modrý Portugal' v závislosti na termínu a variantě. Z grafu vyplývá, že statisticky nejnižší získané hodnoty byly naměřeny v termínu 6. odběru, kdy statisticky neprůkazné rozdíly byly zaznamenány u dvojice variant 15 ml ($1,05 \text{ nM/cm}^2$) a 30 ml ($1,22 \text{ nM/cm}^2$) a také mezi 60 ml ($0,34 \text{ nM/cm}^2$) a 90 ml ($0,27 \text{ nM/cm}^2$). Statisticky průkazná hodnota obsahu chlorofylů byla naměřena u kontrolních rostlin 6. odběru ($5,48 \text{ nM/cm}^2$). V rámci varianty s 30 ml závlahové vody bylo zjištěno, že mezi prvními třemi termíny měření nebyly nalezeny průkazné difference v obsahu chlorofylů, kdy jeho obsah byl od $10,12$ (3. odběr) do $10,85 \text{ nM/cm}^2$ ($10,85 \text{ nM/cm}^2$ (2. odběr)). Tyto relativně stabilní hodnoty byly vystřídány průkazným nárůstem na hodnotu $15,30 \text{ nM/cm}^2$. Tento nárůst byl vystřídán statisticky průkazným poklesem obsahu chlorofylů až do konce sledovaného období, kdy na konci pokusu hodnota obsahu chlorofylů činila $1,22 \text{ nM/cm}^2$. Obdobný trend byl zaznamenán také u varianty 15 ml.



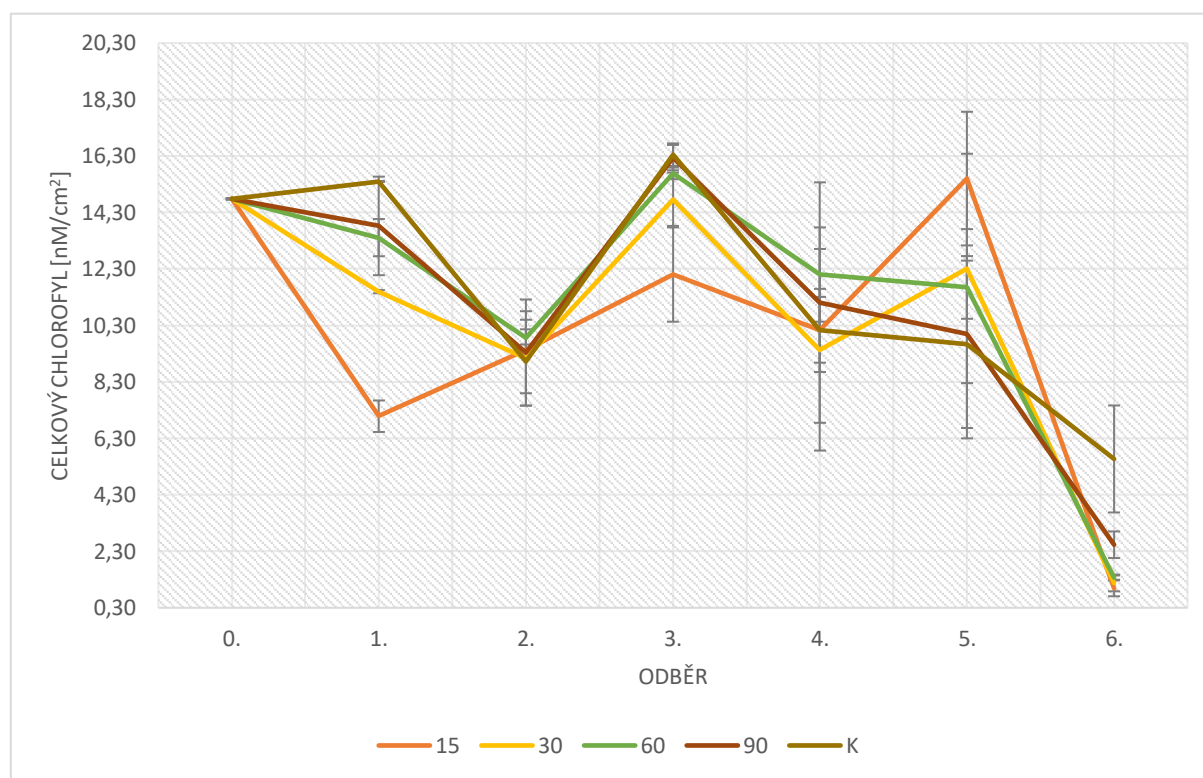
Graf 1: Změny obsahu celkového chlorofylu u odrůdy 'Modrý Portugal' [nM/cm^2] v závislosti na termínu a variantě

Z grafu 2, znázorňujícího změny v obsahu celkového chlorofylu v listech odrůdy ‘Müller Thurgau’ je patrná celková zvyšující se a klesající tendence u všech stresových variant v průběhu pokusu. Statisticky nejvyšší obsah celkového chlorofylu byl naměřen při třetím odběru u varianty K (16,28 nM/cm²). Naopak statisticky nejnižší obsah chlorofylů byl zjištěn týden po navození stresu u varianty 90 (1,5 nM/cm²). Tento pokles obsahu chlorofylů u této varianty byl vystřídán průkazným nárůstem v následujícím termínu měření - 16,04 nM/cm². Uvedený nárůst byl opět vystřídán průkazným poklesem (9,22 nM/cm²) a následným nárůstem (12,03 nM/cm²). Na konci pokusu byl jejich obsah 2,55 nM/cm². Z tohoto grafu vyplývá, že nejcitlivěji reagovaly rostliny vystavené koncentraci 15 a 30 ml, jelikož jejich naměřené hodnoty během všech odběrů byly průkazně nejnižší.



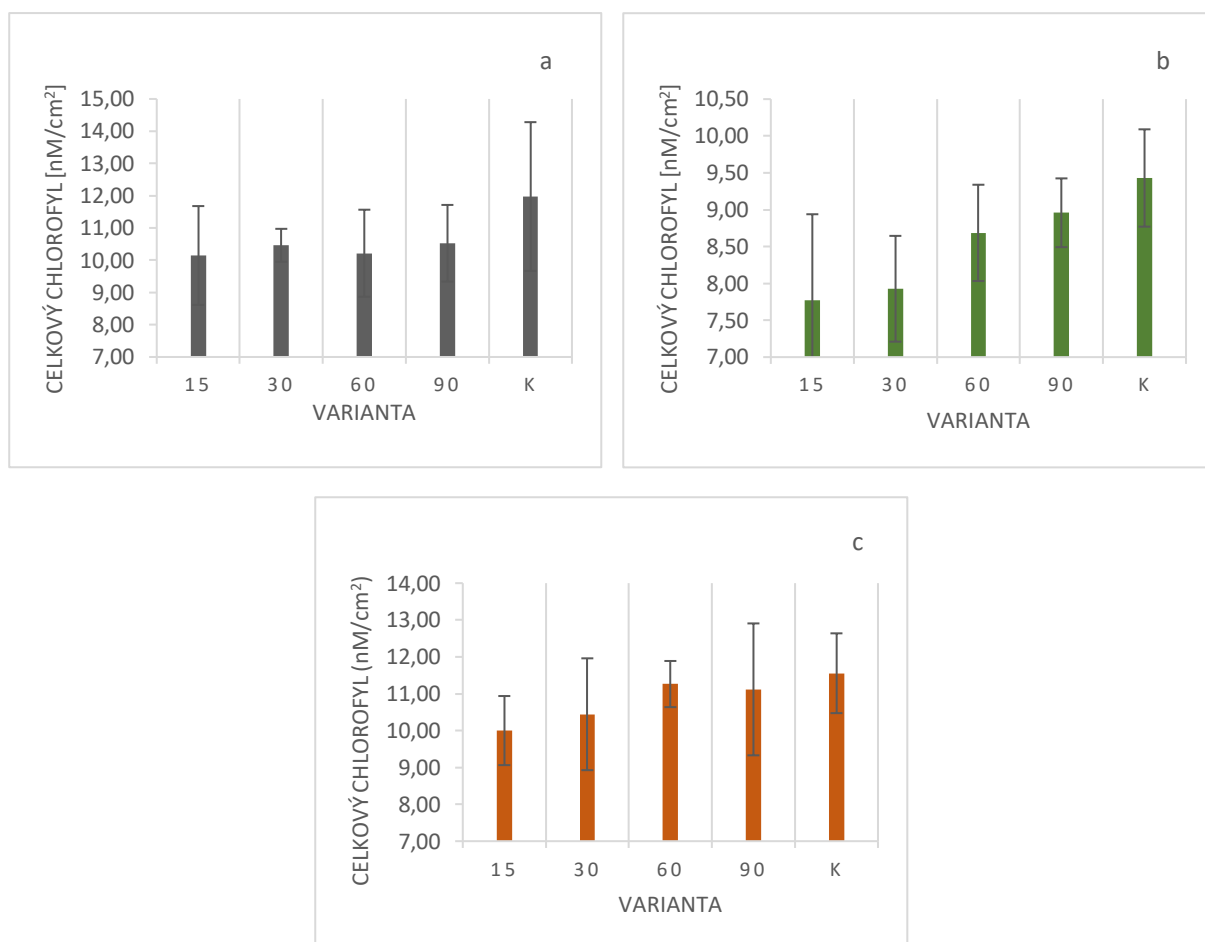
Graf 2: Změny obsahu celkového chlorofylu u odrůdy ‘Müller Thurgau’ [nM/cm²] v závislosti na termínu a variantě

Graf 3 popisuje změny obsahu celkového chlorofylu v listech odrůdy ‘Sauvignon’ v závislosti na termínu a variantě. Z grafu není jednoznačný trend v nárůstu či poklesu hodnot obsahu chlorofylů všech variant. Statisticky nejnižší hodnota byla naměřena na konci pokusu u varianty 15 ml ($0,99 \text{ nM/cm}^2$). U této varianty byl obsah chlorofylu na počátku sledovaného období $14,78 \text{ nM/cm}^2$ a v 5. termínu $15,50 \text{ nM/cm}^2$. V rámci zbývajících termínů měření se obsah chlorofylů zvyšoval a snižoval. Rostliny rostoucí ve variantě 60 ml měly obsah chlorofylu v intervalu hodnot od $1,37$ (6. termín) do $15,68 \text{ nM/cm}^2$ (3. termín). Statisticky průkazně nejvyšší hodnota celkového chlorofylu $16,34 \text{ nM/cm}^2$ byla stanovena u kontrolní varianty ve 3. termínu naopak nejnižší hodnota celkového chlorofylu u této varianty činila $5,57 \text{ nM/cm}^2$ u 6. termínu. U varianty 30 ml byl nejnižší celkový chlorofyl $1,18 \text{ nM/cm}^2$ (6. termín) a nejvyšší $14,77 \text{ nM/cm}^2$ (3. termín).



Graf 3: Změny obsahu celkového chlorofylu u odrůdy ‘Sauvignon’ [nM/cm^2] v závislosti na termínu a variantě

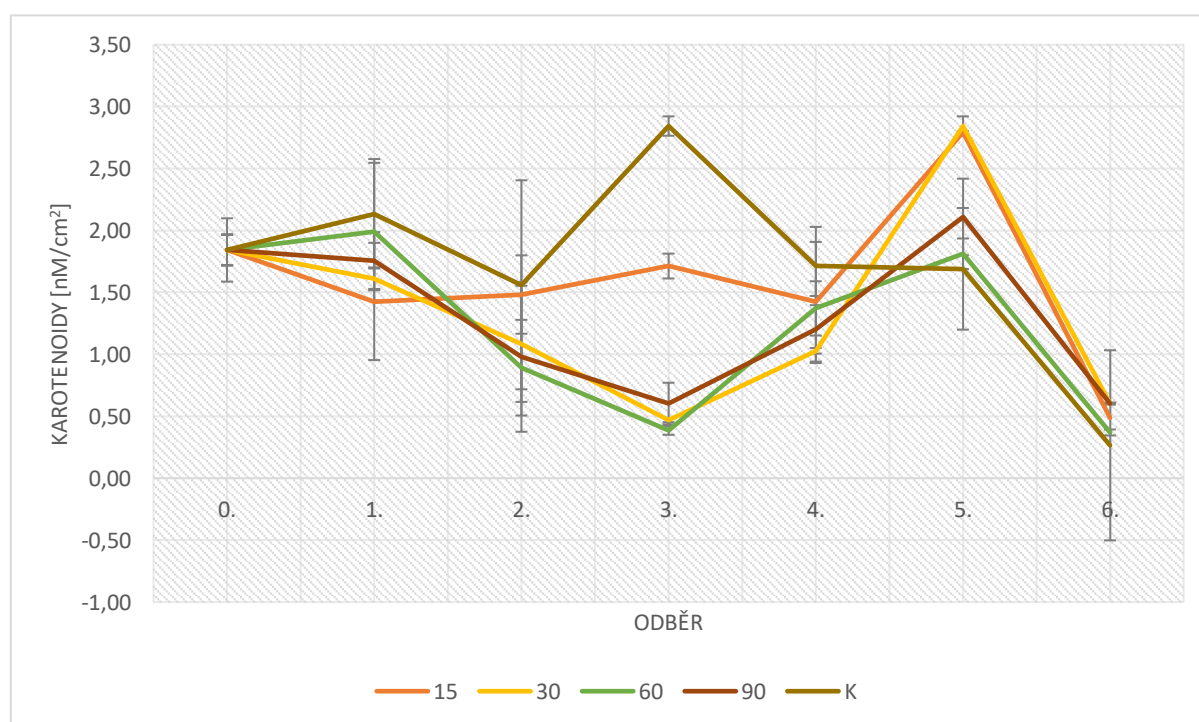
Grafy 4a, 4b, 4c zahrnují celkový obsah chlorofylu u všech tří měřených variant révy v závislosti na odrůdě a variantě. Z grafů vyplývá, že nejvýraznější rozdíly jsou u odrůdy 'Modrý Portugal', kdy nejvyšší obsah byl zjištěn u kontrolních rostlin (11,98 nM/cm²) a nejnižší u varianty 15 ml (10,15 nM/cm²), což je rozdíl 15,28 %. A nejnižší změny byly naměřeny u odrůdy Sauvignon, kdy obsah celkového chlorofylu byl 10,00 nM/cm² (varianta 15 ml) až 11,56 nM/cm² (kontrolní varianta), tedy rozdíl činil 13,49 %.



Graf 4a, 4b, 4c: Změny obsahu celkového chlorofylu u odrůd 'Modrý Portugal', 'Müller Thurgau' a 'Sauvignon' [nM/cm²] v závislosti na odrůdě a variantě

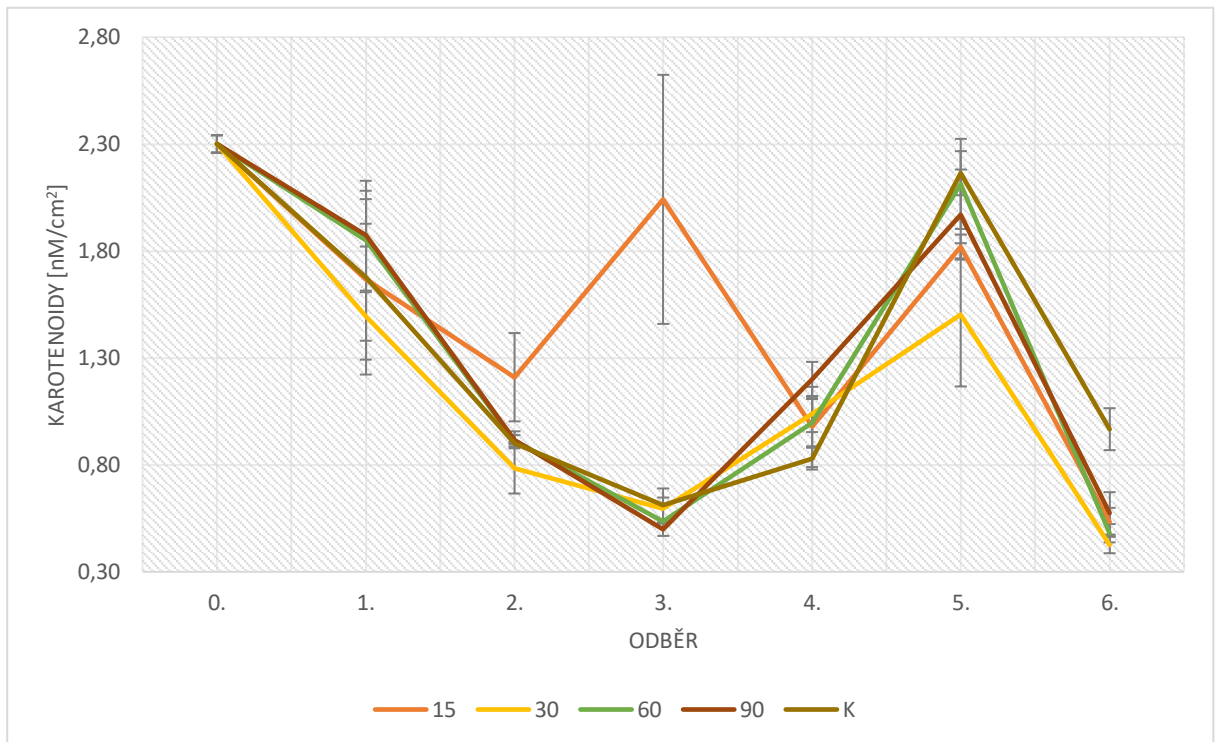
6.1.2 Karotenoidy

Graf 5 znázorňuje hodnoty karotenoidů u odrůdy 'Modrý Portugal'. Z grafu je patrné, že průkazné diference nebyly v průběhu všech odběrů nalezeny u variant 30 ml, 60 ml a 90 ml. Průkazný rozdíl byl nalezen u kontrolních rostlin, kdy v závislosti na ontogenetickém vývoji rostlin nebyl zaznamenán trend v nárůstu či poklesu hodnot. Na počátku sledovaného období byl obsah karotenoidů ($1,84 \text{ nM/cm}^2$) a maximální hodnota jejich obsahu byla zjištěna ve 3. termínu ($2,84 \text{ nM/cm}^2$), přičemž statisticky průkazně nejnižší hodnota obsahu karotenoidů byla naměřena na konci pokusu ($0,27 \text{ nM/cm}^2$). Varianta 15 ml z počátku měla mírně klesající i stoupající tendence. Z hodnoty $1,84 \text{ nM/cm}^2$ při 0. odběru se obsah karotenoidů při 1. odběru neprůkazně snížil ($1,43 \text{ nM/cm}^2$). Neprůkazné zvýšení obsahu karotenoidů bylo poté zaznamenáno u 3. odběru ($1,71 \text{ nM/cm}^2$). U 5. odběru byl zaznamenán druhý nejvyšší obsah karotenoidů ze všech variant ($2,79 \text{ nM/cm}^2$), posléze hodnota opět klesla, a to na obsah $0,49 \text{ nM/cm}^2$.



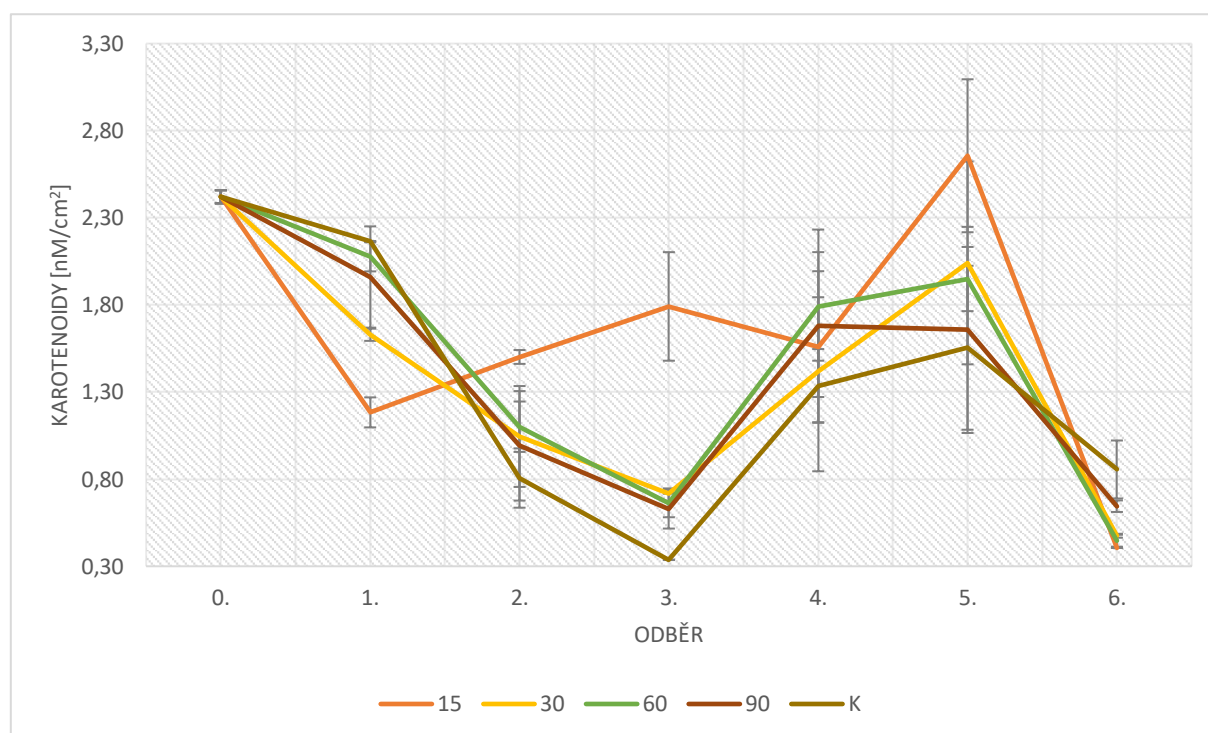
Graf 5: Změny obsahu karotenoidů u odrůdy 'Müller Thurgau' [nM/cm^2] v závislosti na termínu a variantě

Graf 6 popisuje změny obsahů karotenoidů u odrůdy ‘Müller Thurgau’ v závislosti na termínu a variantě. V případě varianty 15 ml bylo zjištěno, že obsah karotenoidů byl na počátku sledovaného období ve výši 2,30 nM/cm² a byla to statisticky nejvyšší hodnota ze všech měření. Obsah karotenoidů se průkazně snížil na hodnotu 1,21 nM/cm² do 2. termínu měření. Průkazný nárůst obsahu karotenoidů byl stanoven ve 3. termínu měření (2,04 nM/cm²), který byl vystřídán průkazným poklesem až na hodnotu 0,53 nM/cm² (6. termín). Tento trend je možné zaznamenat u všech variant pokusu.



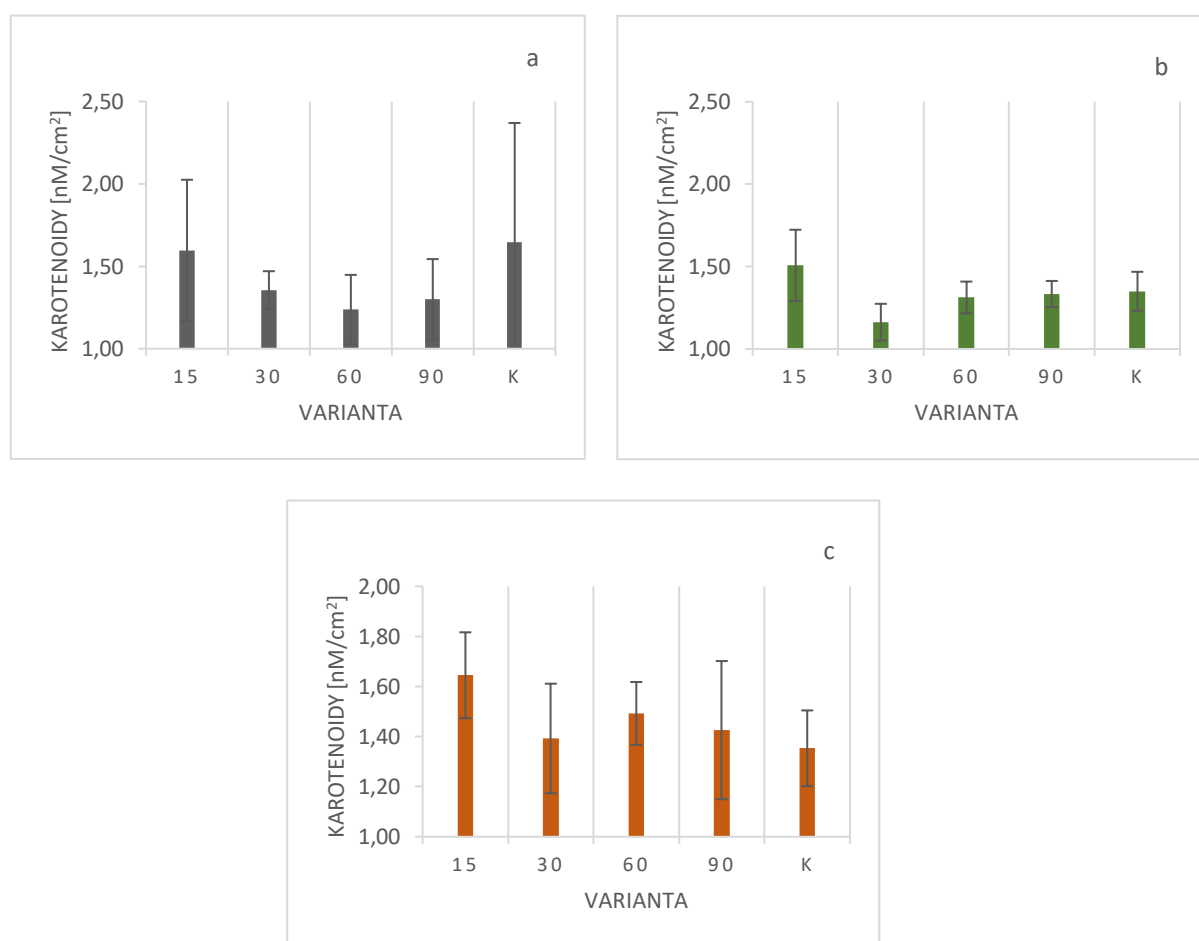
Graf 6: Změny obsahu karotenoidů u odrůdy ‘Müller Thurgau’ [nM/cm²] v závislosti na termínu a variantě

Graf 7 popisuje změny v obsahu karotenoidů v listech odrůdy 'Sauvignon' v závislosti na termínu a variantě. Z grafu je patrné, že všechny varianty, až na variantu s 15 ml závlivkou, měly podobný průběh u všech odběrů, shodně jako u odrůdy 'Müller Thurgau'. Počáteční hodnota (0. odběr) u varianty 15 ml byla ve výši 2,42 nM/cm². Po prvotním poklesu je možné zaznamenat průkazné zvýšení obsahu karotenoidů ve 2. a 3. termínu měření (1,50 nM/cm² a 1,79 nM/cm²). V 5. termínu měření se obsah karotenoidů opět průkazně zvýšil na hodnotu 2,66 nM/cm². Na konci pokusu byl opět zaznamenán průkazný pokles na hodnotu 0,41 nM/cm².



Graf 7: Změny obsahu karotenoidů u odrůdy 'Sauvignon' [nM/cm²] v závislosti na termínu a variantě

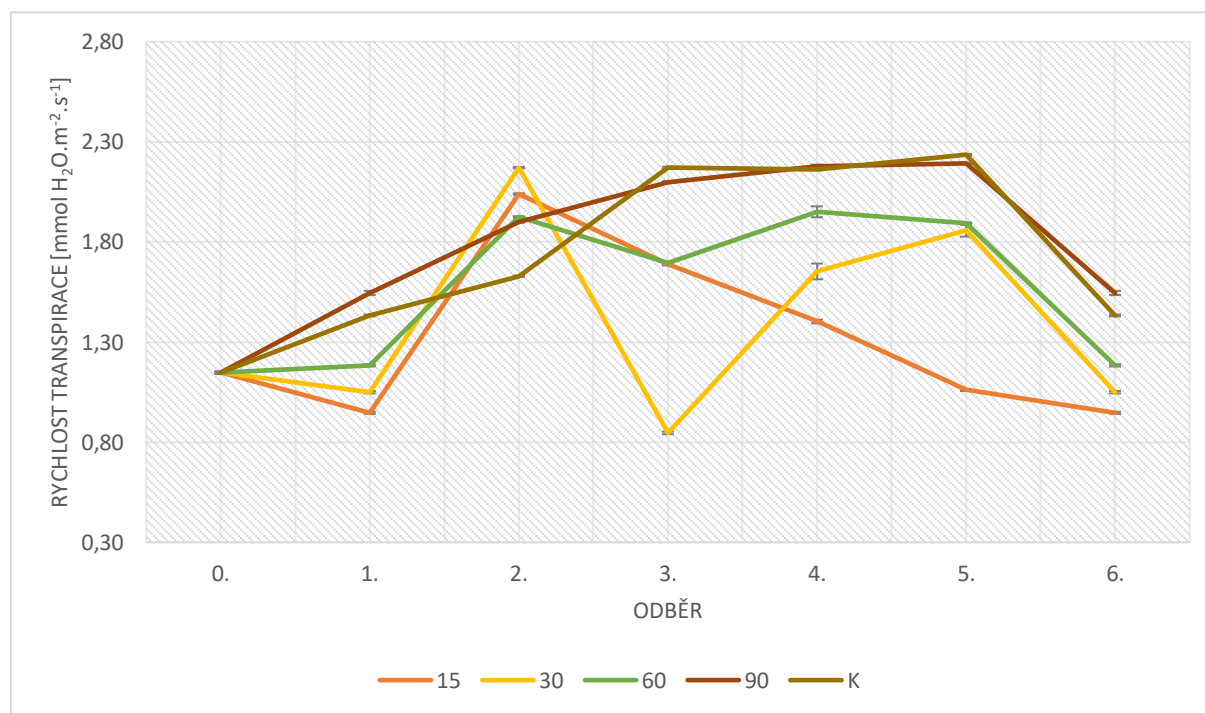
Grafy 8a, 8b, 8c popisují celkový obsah chlorofylu u všech tří pozorovaných odrůd révy v závislosti na odrůdě a variantě. Nejvyšší, tedy průkazný, rozdíl v obsahu karotenoidů byl zjištěn u odrůdy ‘Modrý Portugal’. U této odrůdy byl nejnižší obsah karotenoidů naměřen u varianty 60 ml (1,24 nM/cm²) a nejvyšší u kontrolních rostlin (1,65 nM/cm²). Nejnižší rozdíl byl naměřen u odrůdy ‘Sauvignon’, kdy procentuální rozdíl mezi oběma extrémními hodnotami činil 22,22 %, kdy nejnižší obsah vykazovaly rostliny kontrolní (1,35 nM/cm²) a nejvyšší varianta s 15 ml vody (1,65 nM/cm²). O Statisticky průkazný rozdíl u odrůdy ‘Müller Thurgau’ byl zjištěn mezi variantami 15 a 30 ml.



Graf 8a, 8b, 8c: Změny obsahu karotenoidů u odrůd ‘Modrý Portugal’, ‘Müller Thurgau’ a ‘Sauvignon’ [nM/cm²] v závislosti na odrůdě a variantě

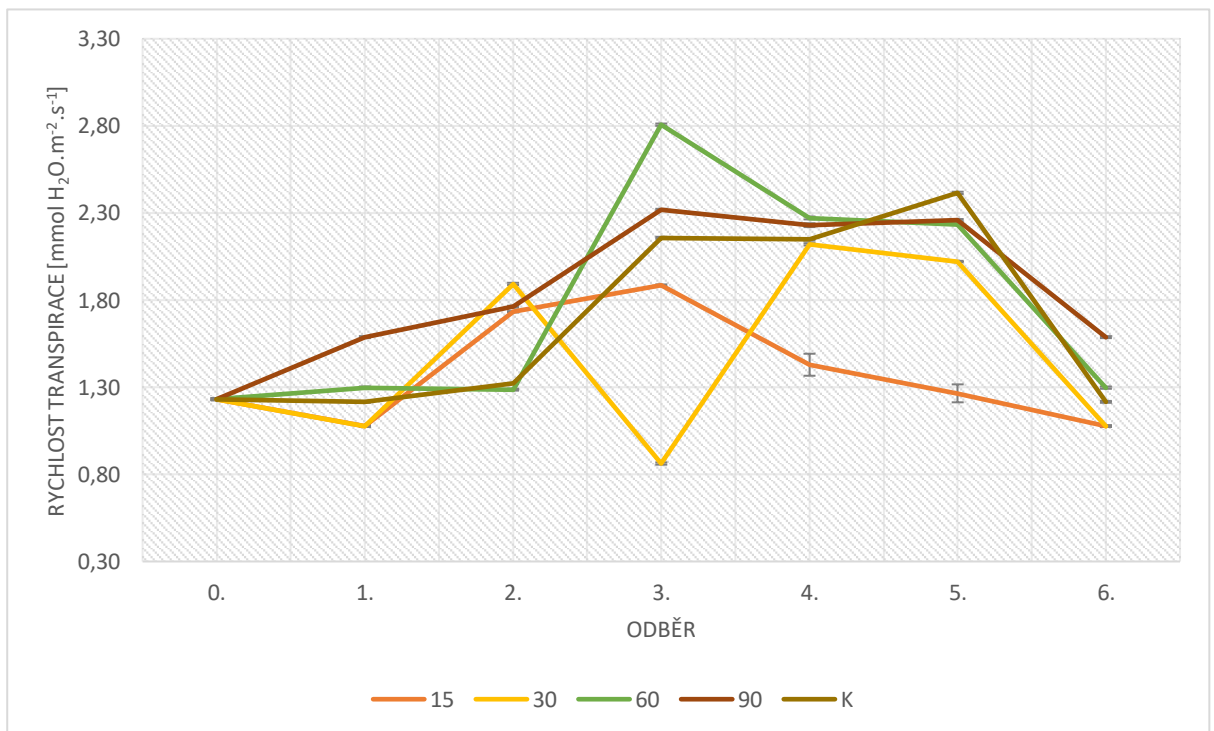
6.2 Rychlost transpirace

Graf 9 poukazuje na změnu rychlosti výměny plynů u odrůdy ‘Modrý Portugal’ v závislosti na termínu a variantě. Z grafu je patrné, že mezi variantami kontrola a 90 ml; mezi variantami s15, 30 a 60 ml nebyly nalezeny průkazné diference. V případě rostlin rostoucích ve variantě 15 ml byla rychlost transpirace v intervalu hodnot od 0,95 mmol H₂O.m⁻².s⁻¹ (0. a 6. odběr) až 2,04 mmol H₂O.m⁻².s⁻¹ (2. odběr) V rámci sledovaného období nebyl zaznamenán trend v nárůstu či poklesu hodnot transpirace. U rostlin kontrolních se pohybovala rychlost transpirace od 1,15 mmol H₂O.m⁻².s⁻¹ (0. odběr) do 2,24 mmol H₂O.m⁻².s⁻¹ (5. odběr) a při konečném měření klesly o 56,64 % (1,43 mmol H₂O.m⁻².s⁻¹). Nejvyšší hodnota rychlosti výměny plynů byla naměřena u varianty K (120 ml), a to 2,24 mmol H₂O.m⁻².s⁻¹ (5. odběr). V případě transpirace této odrůdy se jedná průkazně o nejvyšší hodnotu.



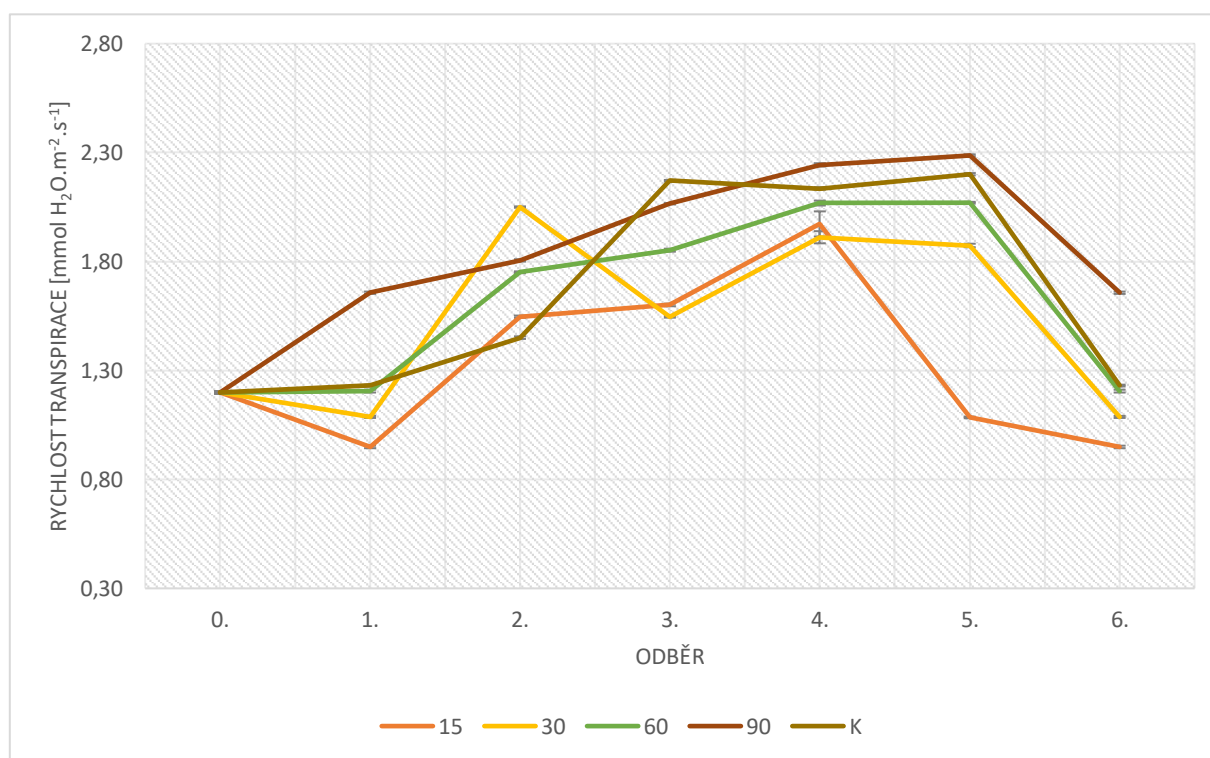
Graf 9: Změny rychlosti výměny plynů u odrůdy ‘Modrý Portugal’ [mmol H₂O.m².s] v závislosti na termínu a variantě

V grafu 10 jsou uvedeny změny rychlosti transpirace u odrůdy ‘Müller Thurgau‘ v závislosti na termínu a variantě. Z grafu vyplývá, že statisticky nejvyšší hodnota transpirace byla zjištěna u varianty 60 ml ve 3. odběru (2,81 mmol H₂O.m⁻².s⁻¹) a naopak statisticky nejnižší rychlost transpirace byla stanovena u varianty 30 ml, také ve 3. odběru (0,86 mmol H₂O.m⁻².s⁻¹). V případě rostlin rostoucích v podmínkách 15ml závlahy je možné konstatovat, že u této varianty byly zaznamenány statisticky průkazně nejnižší hodnoty transpirace v porovnání s ostatními variantami pokusu. U této varianty se rychlost transpirace pohybovala v rozpětí hodnot od 1,08 mmol H₂O.m⁻².s⁻¹ (1. a 6. odběr) do 1,89 mmol H₂O.m⁻².s⁻¹ (3. odběr).



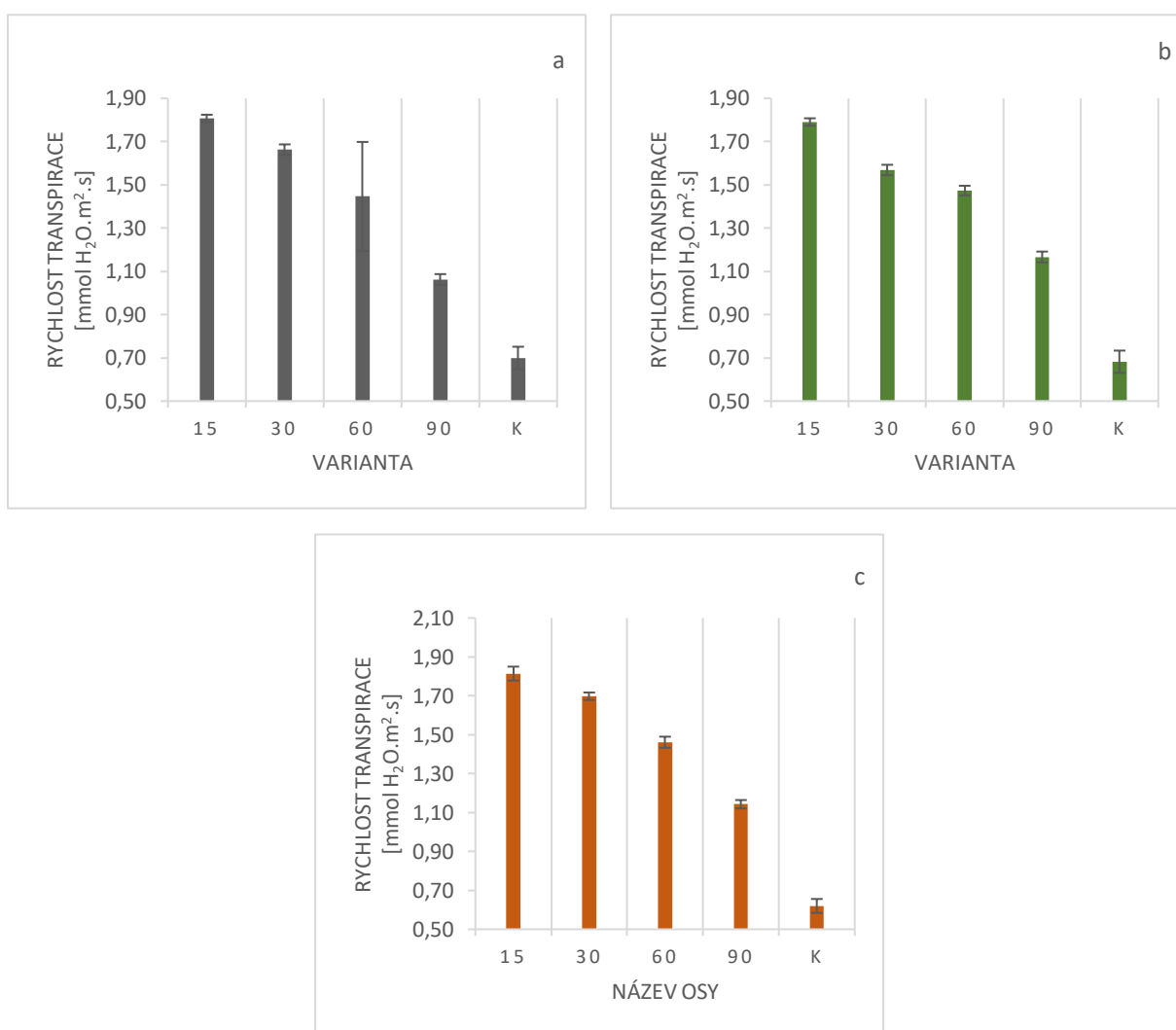
Graf 10: Změny rychlosti výměny plynů u odrůdy ‘Müller Thurgau‘ [mmol H₂O.m².s] v závislosti na termínu a variantě

Graf 11 znázorňuje změny rychlosti transpirace u odrůdy 'Sauvignon' v závislosti na termínu odběru a variantě. Z grafu vyplývá, že nejnižší transpirace byla naměřena u varianty s nejnižší 15ml závlivkou. U této varianty byla rychlost transpirace na počátku pokusu ve výši 1,20 mmol H₂O.m⁻².s⁻¹. Naopak maximální hodnota transpirace byla naměřena ve 4. odběru (2,97 mmol H₂O.m⁻².s⁻¹). U této varianty nebyl zaznamenán trend v nárůstu či poklesu hodnot transpirace v závislosti na ontogenetickém vývoji rostlin. Nejvyšší rychlost transpirace vykazovaly rostliny rostoucí ve variantě s 90 ml vody. U této varianty byl zaznamenán téměř lineární nárůst transpirace od počátku sledovaného období (1,20 mmol H₂O.m⁻².s⁻¹) do 5. termínu pokusu (2,29 mmol H₂O.m⁻².s⁻¹). Na konci sledovaného období se rychlost transpirace průkazně snížila na hodnotu 1,66 mmolH₂O.m⁻².s⁻¹).



Graf 11: Změny rychlosti výměny plynů u odrůdy 'Sauvignon' [mmol H₂O.m².s] v závislosti na termínu a variantě

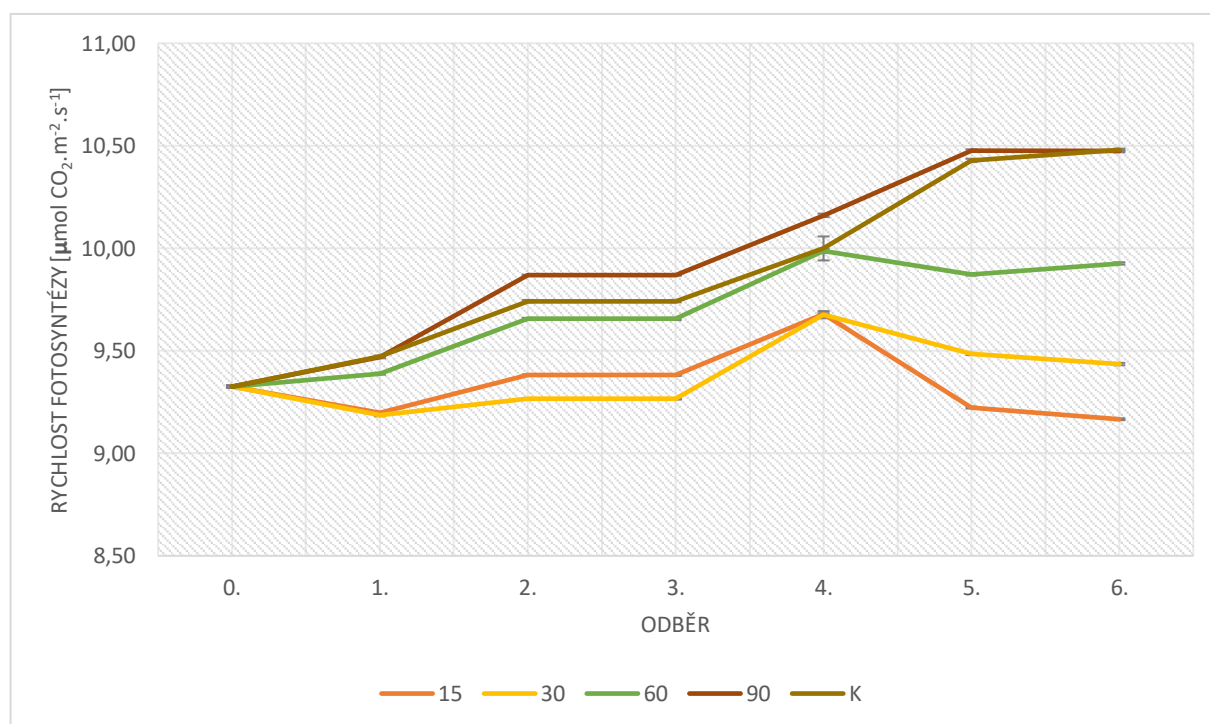
Grafy 12a, 12b a 12c poukazují na změny rychlosti transpirace u všech tří sledovaných odrůd v závislosti na variantě. Je patrné, že průkazné rozdíly v hodnotách rychlosti transpirace byly zjištěny u odrůdy ‘Sauvignon’. U této odrůdy byla průkazně nejnižší hodnota naměřena u kontrolní varianty (0,62 mmol H₂O.m⁻².s⁻¹) a naopak nejvyšší varianty 15 ml (1,81 mmol H₂O.m⁻².s⁻¹). Neprůkazné rozdíly mezi variantami byly nalezeny u odrůdy ‘Müller Thurgau’. Z grafů je patrné, že u všech sledovaných odrůd se rychlost transpirace snížila u kontrolní varianty. Nejvyšší rychlost transpirace vykazují rostliny rostoucí ve variantě s 90 ml závlahové vody.



Graf 12a, 12b, 12c: Změny rychlosti výměny plynů u odrůd ‘Modrý Portugal’, ‘Müller Thurgau’ a ‘Sauvignon’ [mmol H₂O.m⁻².s] v závislosti na variantě

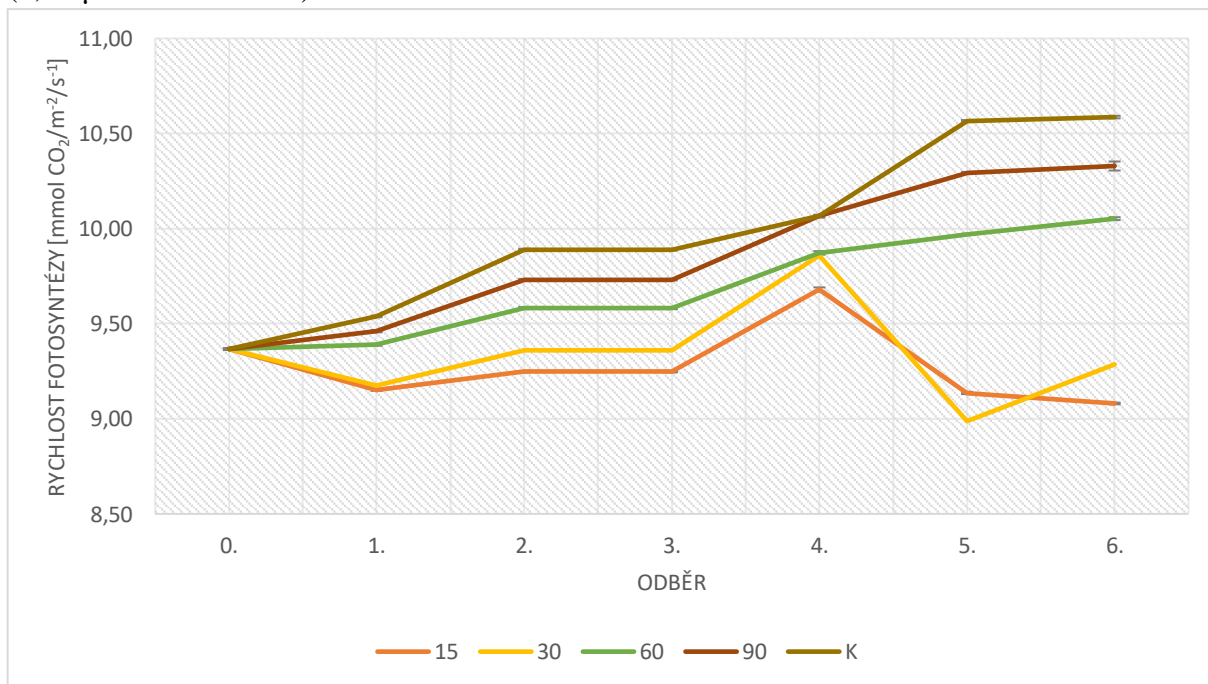
6.3 Rychlost fotosyntézy

Graf 13 uvádí změnu rychlosti fotosyntézy u odrůdy ‘Modrý Portugal’ v závislosti na termínu a variantě pokusu. V rámci všech sledovaných variant pokusu dochází do 4. termínu měření k nárůstu rychlosti fotosyntézy. Po tomto termínu je pokles fotosyntézy zaznamenán u variant s omezenou závlahou 60 ml až 15 ml. Mezi rostlinami kontrolními a zavlažovanými 90 ml vody nebyly nalezeny průkazné difference. Rychlost fotosyntézy u této odrůdy se pohyboval v rozpětí hodnot od $9,17 \mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (varianta 15 ml, 6. termín) do $10,48 \mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (varianta K, 6. termín). V rámci jednotlivých variant je možné konstatovat, že nejnižší rychlost fotosyntézy vykazují rostliny rostoucí v 15 ml závlahy. U této varianty byla nejnižší rychlost fotosyntézy zaznamenána v 6. termínu $9,17 \mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ a naopak nejvyšší ve 4. termínu $9,68 \mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. V případě rostlin kontrolních rychlost fotosyntézy téměř lineárně narůstala až do konce sledovaného období, kdy byla zjištěna maximální hodnota fotosyntézy $10,48 \mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (6. termín).



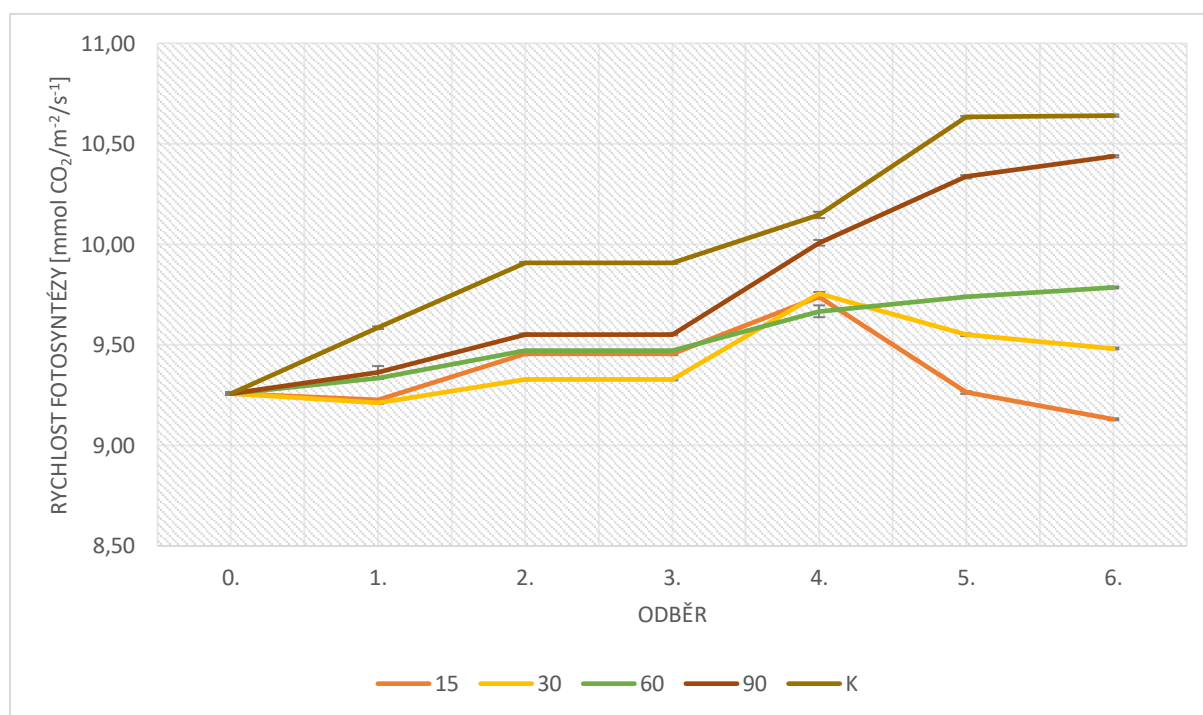
Graf 13: Změny rychlosti fotosyntézy u odrůdy ‘Modrý Portugal’ [$\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$] v závislosti na termínu a variantě

V grafu 14 jsou uvedeny změny rychlosti fotosyntézy u odrůdy 'Müller Thurgau'. Z grafu je patrný shodný trend ve změnách rychlosti fotosyntézy v rámci ontogenetického vývoje rostlin z variant 15 a 30 ml. Druhý shodný vývoj rychlosti fotosyntézy je možné zaregistrovat u variant zbývajících. Rostliny s vyšší zálivkou vykazují průkazně vyšší hodnoty fotosyntézy v porovnání s variantami s omezenou zálivkou. Průkazný rozdíl v rychlosti fotosyntézy je možné nalézt mezi kontrolními rostlinami, rostlinami z varianty 90 ml vůči variantě 60 ml. Rychlost fotosyntézy kontrolních rostlin se do 4. termínu téměř lineárně zvyšovala, kdy nejnižší rychlost fotosyntézy byla naměřena na počátku sledovaného období ($7,34 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) a ve 4. termínu již byl ve výši $10,07 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. Poté je možné zaznamenat průkazný nárůst rychlosti fotosyntézy v 5. termínu měření ($10,57 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$). Na konci pokusu byl zaznamenán minimální nárůst rychlosti fotosyntézy ($10,59 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$), kdy byla naměřena zároveň maximální fotosyntéza. V případě rostlin z varianty 60 ml je možné konstatovat, že rychlost fotosyntézy se téměř lineárně zvyšovala v průběhu pokusu, kdy na jeho konci byla rychlost fotosyntézy $10,05 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ kdy byla naměřena zároveň maximální fotosyntéza, což je v porovnání s počátkem pokusu 7,26 % navýšení. Rychlost fotosyntézy stresovaných rostlin (15 ml) se fotosyntéza nejprve snížila ($9,15 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 1. termín) a poté se lineárně zvyšovala až do 3. termínu. Průkazný nárůst fotosyntézy byl zjištěn ve 4. termínu ($9,68 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$). Poté následuje pokles až do konce měření ($9,08 \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$).



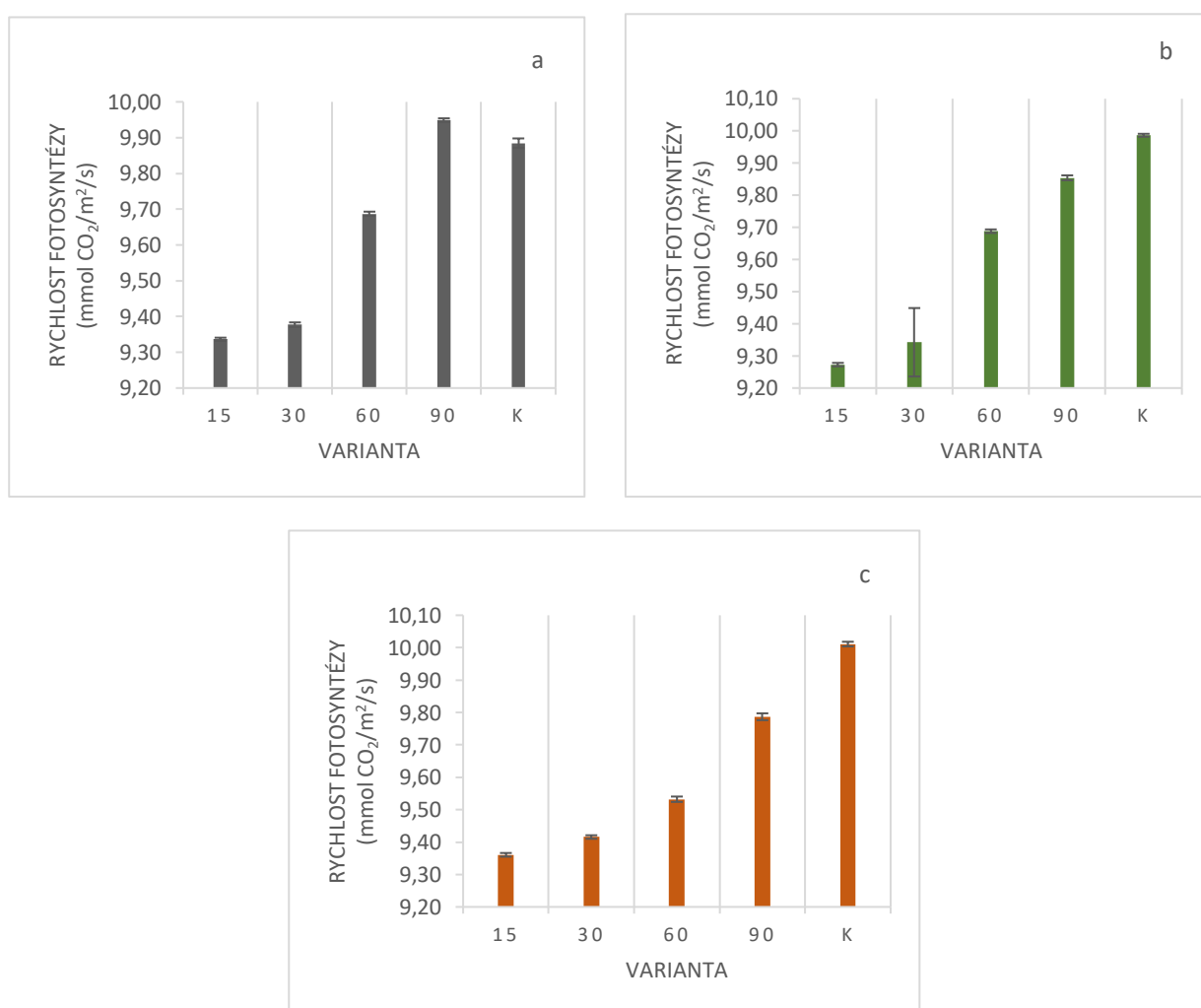
Graf 14: Změny rychlosti fotosyntézy u odrůdy 'Müller Thurgau' [$\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$] v závislosti na termínu a variantě

Graf 15 vypovídá o změně rychlosti fotosyntézy u odrůdy 'Sauvignon'. Shodně s předcházejícími odrůdami, nejsou rozdíly mezi variantami 15 a 30 ml, ale také mezi kontrolou a 90 ml. Také v případě odrůdy 'Sauvignon' byla nejnižší rychlost fotosyntézy zaznamenána u varianty 15 ml. U této varianty se rychlost fotosyntézy pohybovala v intervalu hodnot $9,16 \mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (6. termín) až $9,74 \mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (4. termín). Oproti tomu u varianty kontrolní je možné zaznamenat téměř lineární nárůst fotosyntézy od počátku pokusného období ($9,26 \mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) do 5. termínu ($10,63 \mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$). Na konci pokusného období byl zjištěn neprůkazný rozdíl s předchozím termínem měření.



Graf 15: Změny rychlosti fotosyntézy u odrůdy 'Sauvignon' [$\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$] v závislosti na termínu a variantě

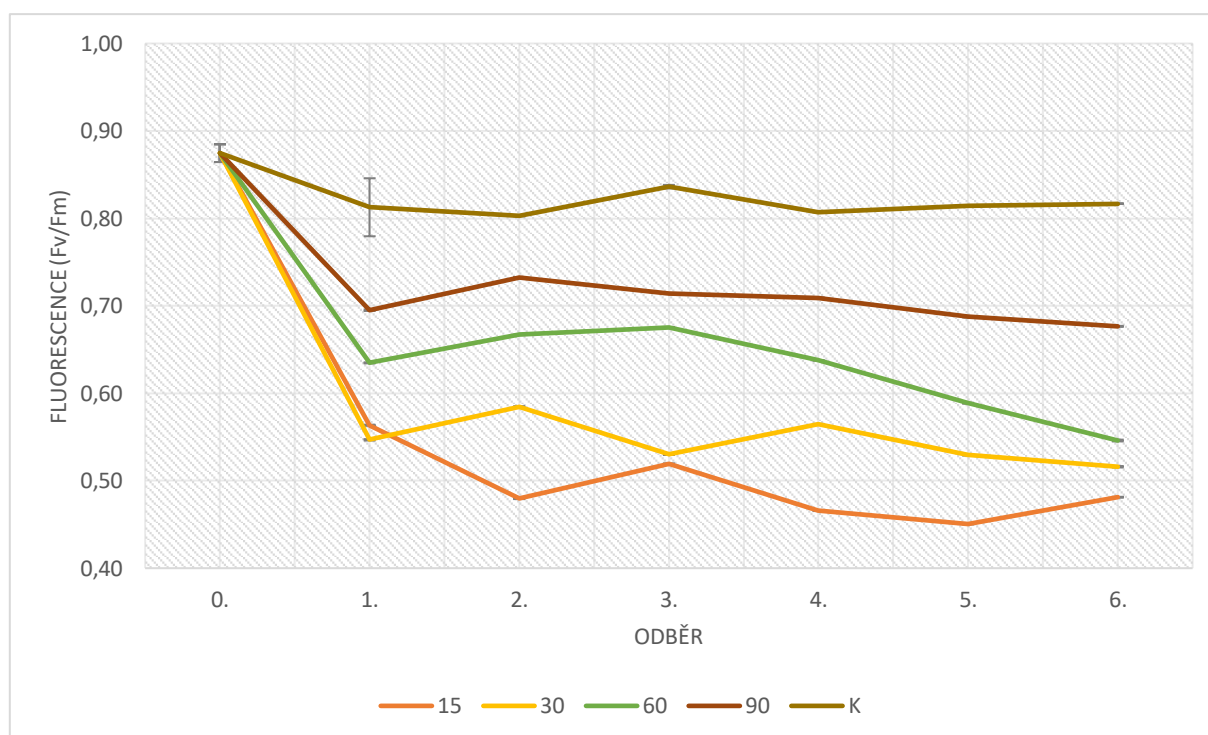
Grafy 16a, 16b a 16c demonstrují změny rychlosti fotosyntézy u všech tří odrůd v závislosti na variantě. Je patrné, že statisticky nejmenší rozdíl v hodnotách rychlosti fotosyntézy byl zjištěn u odrůdy ‘Modrý Portugal‘. U této odrůdy byla nejnižší průměrná rychlost fotosyntézy stanovena u varianty 15 ml ($9,38 \mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) a nejvyšší u varianty 90 ml ($9,95 \mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$). Na straně druhé nejvyšší rozdíl mezi variantami byl zjištěn u odrůdy ‘Müller Thurgau‘, kdy průměrné hodnoty fotosyntézy se pohybovaly v rozpětí hodnot. od $9,27 \mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (varianta 15 ml) do $9,99 \mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (kontrola). Z uvedených grafů je dále patrné, že nejnižší rychlost fotosyntézy mají rostliny stresované (15 a 30 ml) v porovnání s kontrolními rostlinami a se závlahou 90 ml.



Graf 16a, 16b, 16c: Změny rychlosti fotosyntézy u odrůd ‘Modrý Portugal‘, ‘Müller Thurgau‘ a ‘Sauvignon‘ [$\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$] v závislosti na odrůdě a variantě

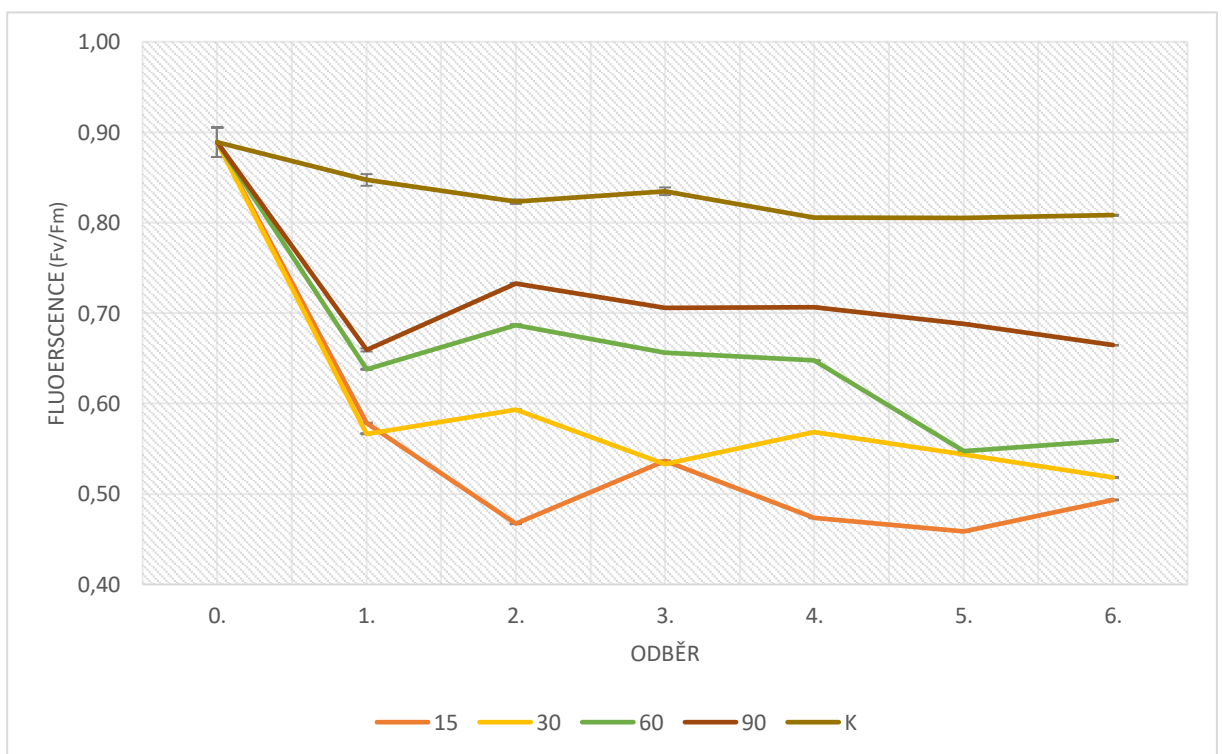
6.4 Fluorescence

Graf 17 popisuje změny v hodnotách fluorescence odrůdy 'Modrý Portugal'. Z grafu je patrné, že u všech pozorovaných variant byly změny v hodnotách fluorescence v rámci ontogenetického vývoje obdobné. Na počátku sledovaného období byla hodnota fluorescence 0,87. V následujících termínech měření byl u všech variant zaznamenán pokles hodnot fluorescence v 1. termínu měření, přičemž průkazně nejvyšší pokles byl zjištěn u varianty 15 ml o 35,63 %. Ve 3. termínu měření se fluorescence snížila u varianty 15 ml (0,84) a naopak u varianty 90 ml byl zjištěn nárůst. Maximální hodnota fluorescence v tomto termínu byla však zjištěna u kontrolních rostlin (0,84). V případě rostlin kontrolních a zavlažovaných 90 ml se hodnoty fluorescence do konce sledovaného období příliš, tedy neprůkazně, neměnily. Nejvyšší fluorescence na konci pokusu byla zjištěna u kontrolních rostlin (0,82). Naopak nejvýraznější pokles, i přes mírný nárůst, je možné zaznamenat u varianty 15 ml, kdy na konci pokusu dosahovaly rostliny hodnot fluorescence ve výši 0,48.



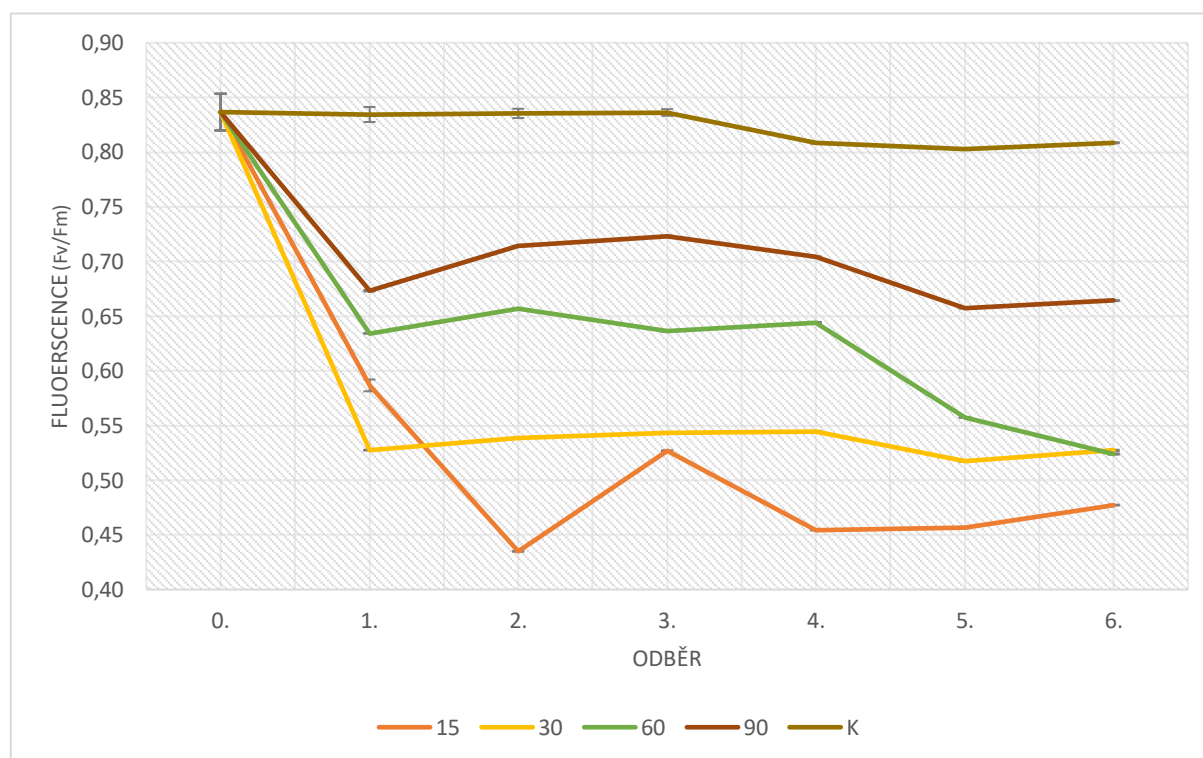
Graf 17: Změny fluorescence u odrůdy 'Modrý Portugal' v závislosti na termínu a variantě

V grafu 18 jsou znázorněny změny fluorescence u rostlin odrůdy 'Müller Thurgau'. Jak dokládá uvedený graf, tak statisticky nejnižší hodnoty fluorescence byly zjištěny u varianty 15 ml, a naopak statisticky nejvyšší u kontrolní varianty. Varianta s nejnižší aplikovanou záhlvkou 15 ml, při 0. odběru měla fluorescence ve výši 0,89, následně při 1. odběru byl zaznamenán průkazný pokles 0,58 a 0,47 (2. odběr). V následujících termínech byly hodnoty fluorescence stabilní, bez průkazných diferencí, kdy na konci pokusu byla fluorescence ve výši 0,49. V případě rostlin kontrolních byly zaznamenány průkazně nejvyšší hodnoty fluorescence v závislosti na variantě pokusu. Průkazný pokles byl zaznamenán bezprostředně po zahájení pokusu (0,89). V následných termínech byly hodnoty fluorescence stabilní, bez průkazných rozdílů. Na konci pokusu byla hodnota fluorescence 0,81.



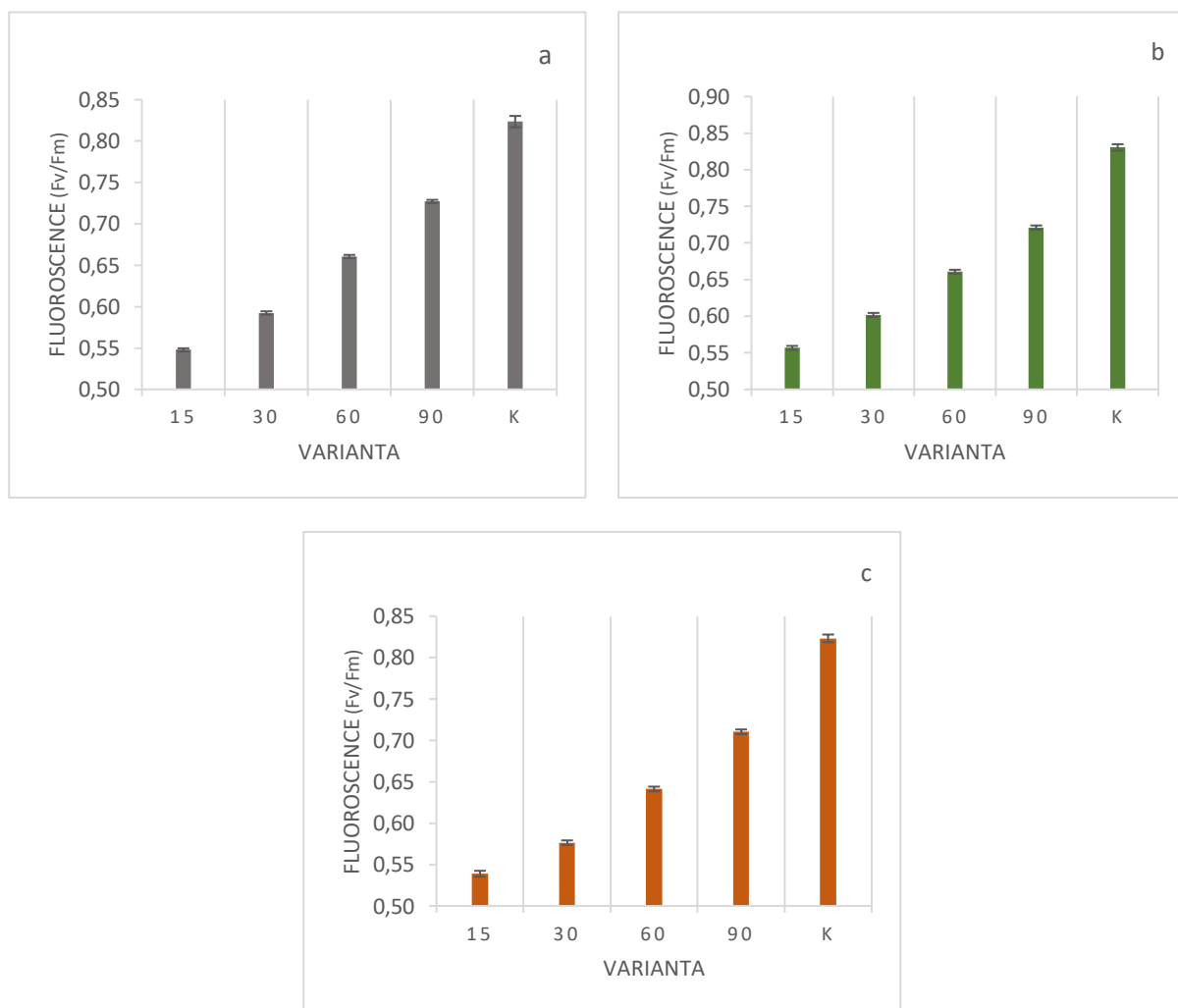
Graf 18: Změny fluorescence u odrůdy 'Müller Thurgau' v závislosti na termínu a variantě

Graf 19 demonstruje změny hodnot fluorescence u odrůdy 'Sauvignon'. Z grafu je patrný podobný průběh u všech variant stejně jako u dvou předchozích pozorovaných odrůd. Počáteční, statisticky nejvyšší hodnota fluorescence byla na počátku sledovaného období (0. odběr) a činila 0,89. V případě stresované varianty, 15 ml, byl v následujícím termínu zaznamenán pokles fluorescence do 2. termínu (0,43). Ve 3. odběru se fluorescence zvýšila na hodnotu 0,53. Poté až do konce pokusu je možné zaznamenat pokles až na hodnotu 0,48. V případě rostlin kontrolních byly zaznamenány průkazně nejvyšší hodnoty fluorescence v závislosti na variantě pokusu. Průkazný pokles byl zaznamenán u varianty 30 ml bezprostředně po zahájení pokusu (0,53). V následných termínech byly hodnoty fluorescence stabilní, bez průkazných rozdílů. Na konci pokusu byla hodnota fluorescence 0,53.



Graf 19: Změny fluorescence u odrůdy 'Sauvignon' v závislosti na termínu a variantě

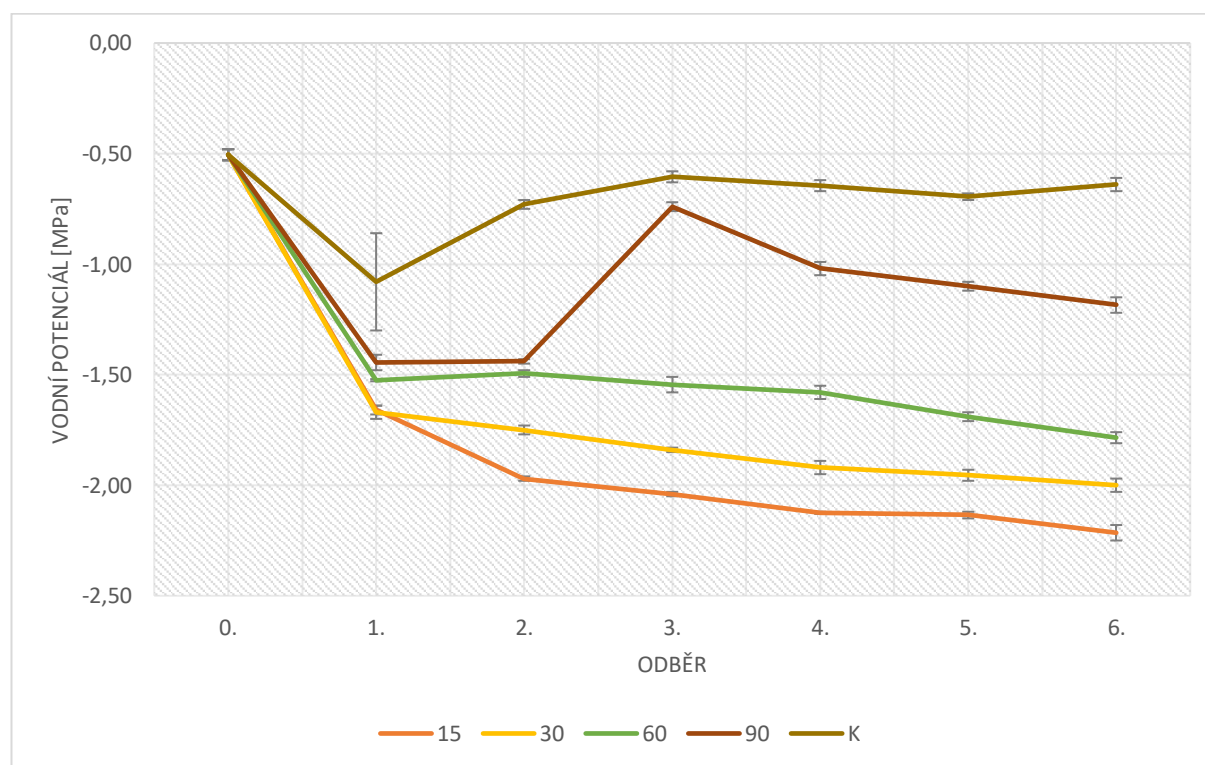
Grafy 20a, 20b a 20c popisují změny fluorescence u pozorovaných odrůd v závislosti na variantě. Z grafů vyplývá, že statisticky nejnižší rozdíl v hodnotách fluorescence byl zjištěn u odrůdy ‘Müller Thurgau’. Nejvyšší rozdíl mezi odrůdami byl naměřen u odrůd ‘Modrý Portugal’ a ‘Sauvignon’. Z uvedených grafů je dále patrné, že nejnižší fluorescence mají rostliny stresované (15 a 30 ml) v porovnání s kontrolními rostlinami a se závlahou 90 ml.



Graf 20a, 20b, 20c: Změny fluorescence u odrůd ‘Modrý Portugal’, ‘Müller Thurgau’ a ‘Sauvignon’ v závislosti na odrůdě a variantě

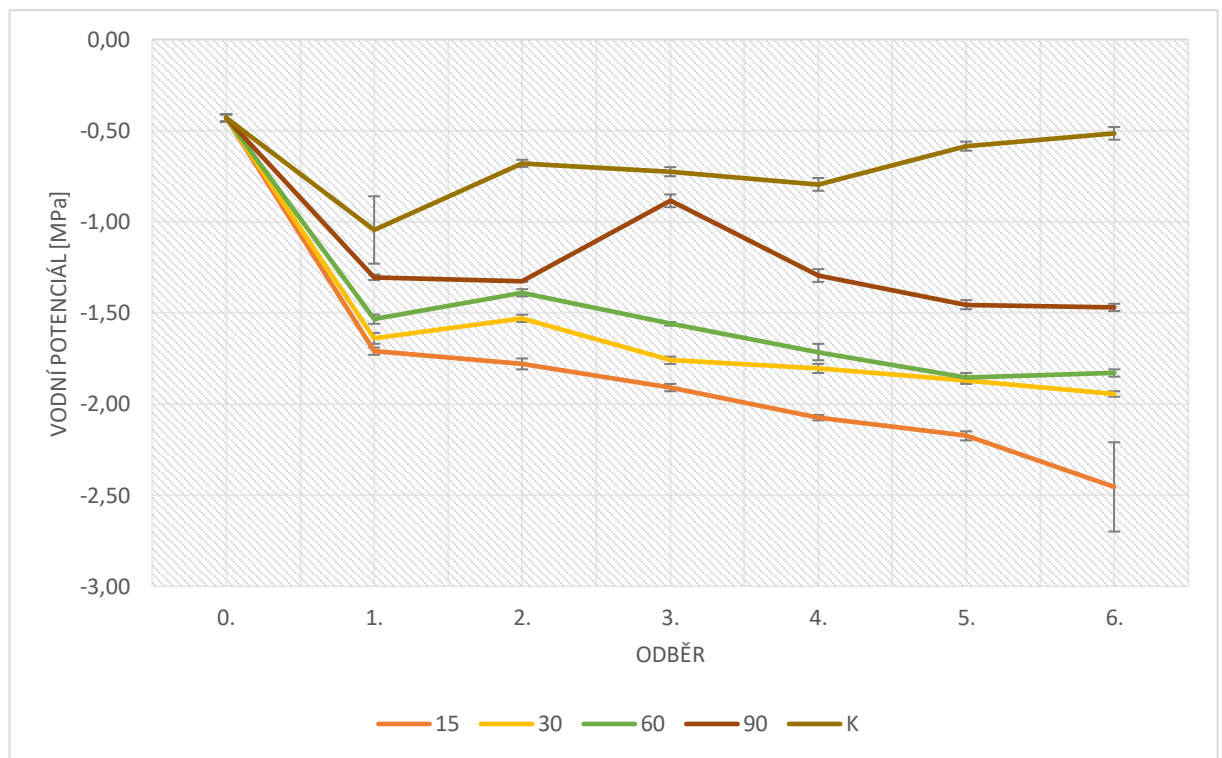
6.5 Vodní potenciál

Graf 21 popisuje změny v hodnotách vodního potenciálu odrůdy 'Modrý Portugal'. Z grafu vyplývá, že u všech měřených variant byl průběh změn vodního potenciálu podobný, až na variantu se závlivkou 90 ml. Na počátku pokusu byla hodnota vodního potenciálu -0,51 MPa. Pokles hodnot vodního potenciálu byl zaznamenán u všech odrůd 1. měření. V tomto termínu byly hodnoty vodního potenciálu -1,08 (kontrolní varianta) až -1,67 MPa (varianta 30 ml). U kontrolních rostlin se poté hodnota vodního potenciálu až do konce pokusu zvyšovala, kdy nejnižší byla ve 2. termínu měření (-1,08 MPa) a naopak nejvyšší na jeho konci (-0,64 MPa). V případě rostlin zavlažovaných 90 ml je možné konstatovat, že průkazné zvýšení vodního potenciálu bylo zjištěno ve 3. termínu (-0,74 MPa) a poté již byl zaznamenán pokles na hodnotu -1,19 MPa (6. termín). V případě rostlin stresovaných 15 ml závlahy je možné uvést, že hodnoty vodního potenciálu téměř lineárně klesají z hodnoty -1,66 MPa (1. termín) na hodnotu -2,22 MPa (6. termín). Obdobný trend poklesu je možné nalézt u variant 30 a 60 ml.



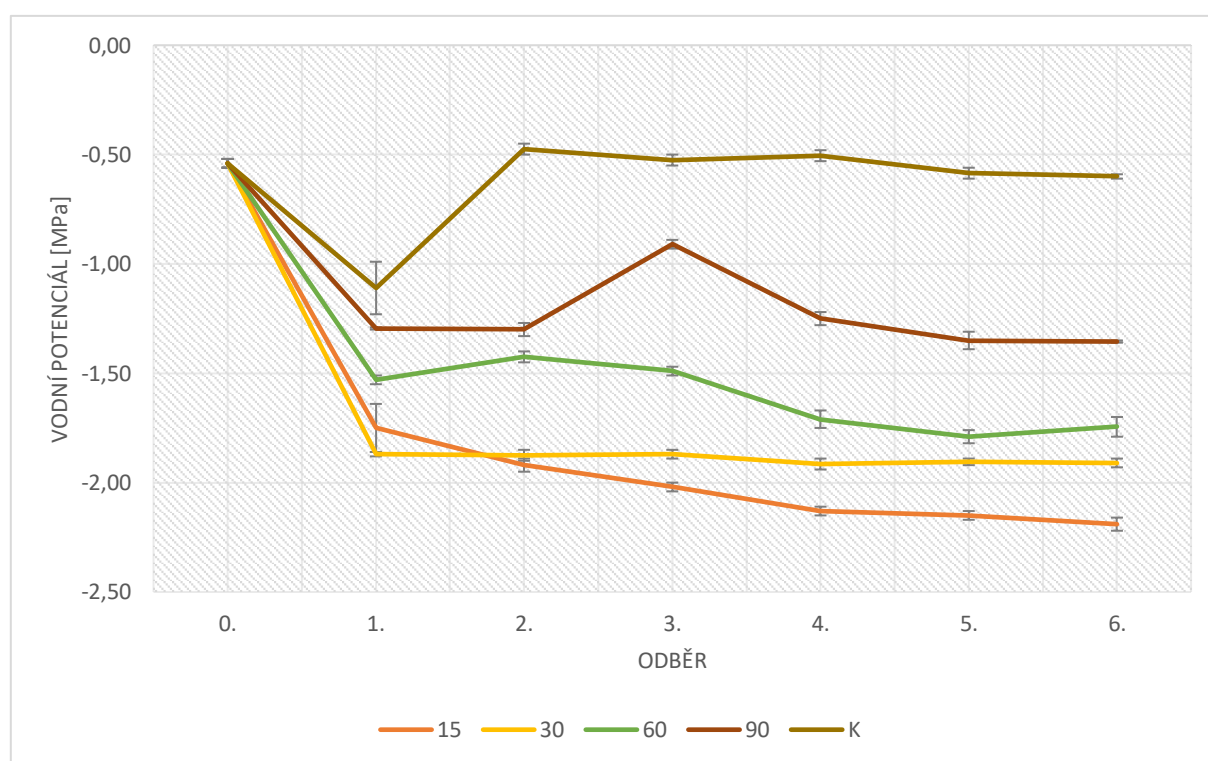
Graf 21: Změny vodního potenciálu u odrůdy 'Modrý Portugal' [MPa] v závislosti na termínu a variantě

Graf 22 popisuje změny hodnot vodního potenciálu u odrůdy ‘Müller Thurgau‘ v závislosti na termínu a variantě. Z grafu je patrné, že u všech variant se hodnota vodního potenciálu snížila z hodnoty na interval hodnot -0,43 MPa (0. odběr, všechny varianty) až -2,46 MPa (6. odběr, varianta 15 ml). Průkazný pokles hodnot vodního potenciálu je možné zaznamenat u varianty 15 ml. U této varianty se vodní potenciál v průběhu pokusu snižoval z hodnoty -1,71 MPa (1. termín) na hodnotu -2,46 MPa (6. termín). Tato varianta měla průkazně nejnižší hodnoty vodního potenciálu v porovnání s kontrolními rostlinami. V případě kontrolních rostlin byla hodnota vodního potenciálu relativně vyrovnaná mezi 2. (-0,68 MPa) až 4. termínem (-0,80 MPa). Poté je zaznamenáno průkazné zvýšení vodního potenciálu až do konce pokusu, kdy na konci pokusu byla hodnota vodního potenciálu ve výši -0,52 MPa.



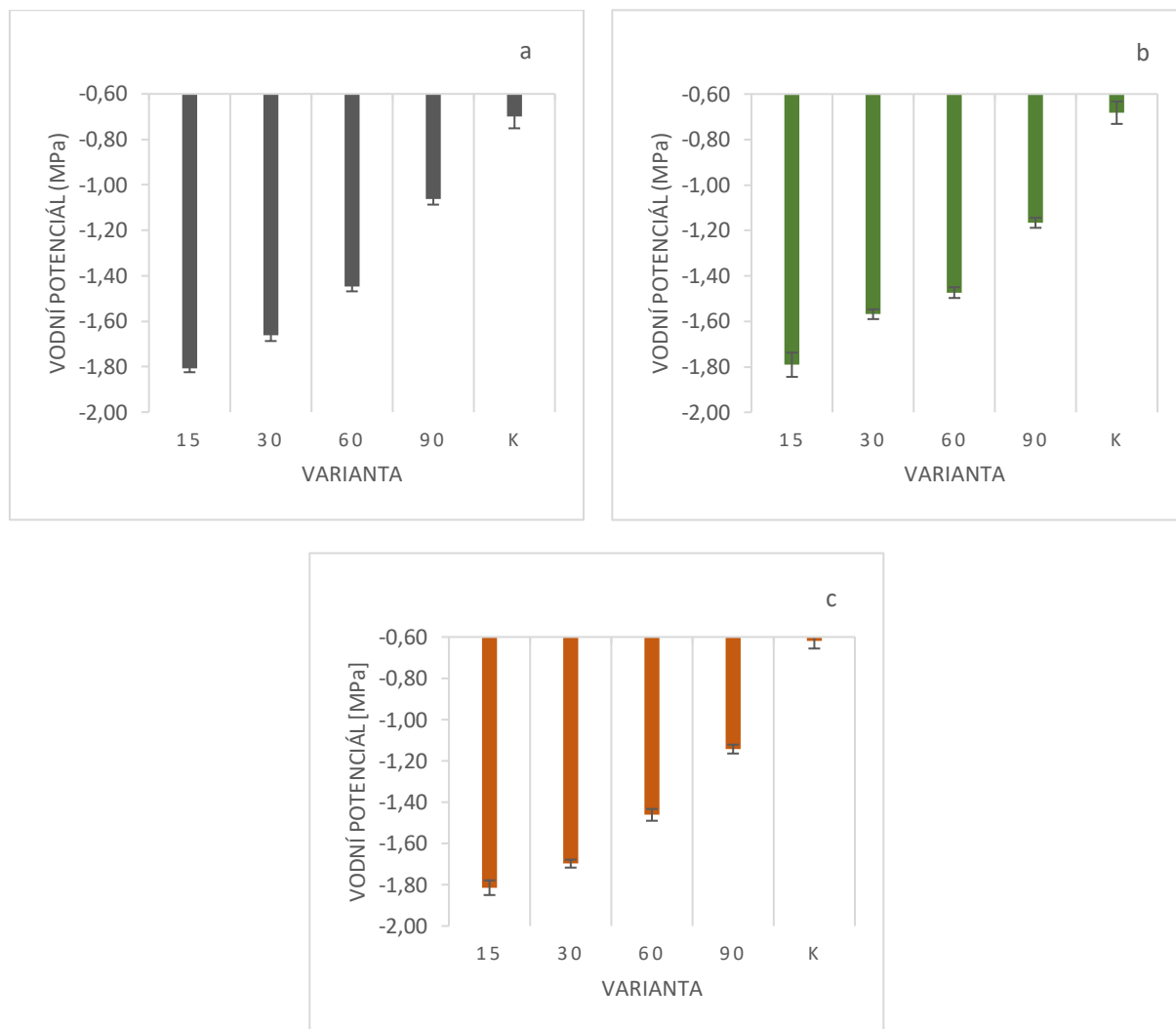
Graf 22: Změny vodního potenciálu u odrůdy ‘Müller Thurgau‘ [MPa] v závislosti na termínu a variantě

Změny vodního potenciálu u odrůdy ‘Sauvignon’ jsou uvedeny v grafu 23. Z něho vyplývá, že statisticky nejvyšší celková naměřená hodnota vodního potenciálu byla zaznamenána u 2. odběru, varianty K -0,48 MPa. Naopak statisticky nejnižší hodnota u této varianty byla -1,11 MPa (1. odběr). Poté se hodnota průkazně zvýšila na -0,48 MPa a až do konce sledovaného období byly hodnoty vodního potenciálu relativně stabilní. Na konci pokusu byla hodnota vodního potenciálu -0,60 MPa. Oproti tomu u rostlin rostoucích v podmínkách vodního deficitu, varianta 15 ml, byl zaznamenán téměř lineární pokles vodního potenciálu v závislosti na čase, neboť na počátku pokusu byla jeho hodnota 0,54 MPa a na jeho konci -2,19 MPa.



Graf 23: Změny vodního potenciálu u odrůdy ‘Sauvignon’ [MPa] v závislosti na termínu a variantě

Graf 24a, 24b a 24c znázorňují změny rychlosti vodního potenciálu u sledovaných odrůd v závislosti na variantě. Statisticky nejvyšší rozdíl v hodnotách vodního potenciálu byl zjištěn u odrůdy ‘Sauvignon’. Naopak statisticky nejnižší rozdíl hodnot vodního potenciálu byl shodně vypočten u dvou zbývajících odrůd ‘Modrý Portugal’ a ‘Müller Thurgau’. Průkazné difference je dále možné nalézt mezi stresovanými variantami a kontrolními rostlinami.



Graf 24a, 24b, 24c: Změny vodního potenciálu u odrůd ‘Modrý Portugal’, ‘Müller Thurgau’ a ‘Sauvignon’ [MPa] v závislosti na variantě

7 Diskuse

Na základě navržených vědeckých hypotéz byly stanoveny cíle práce. Vyhodnocení reakce genotypu na vodní deficit. Monitorování vlivu vodního deficitu na rychlost výměny plynů sledovaných odrůd révy vinné. Využití uvedené metody jako detekci míry působení stresoru na rostliny.

7.1 Fotosynteticky aktivní pigmenty

7.1.1 Celkový chlorofyl

Z výsledků výzkumu Lin et al. (2023), kteří studovali vliv vodního deficitu na dvou odrůdách révy vinné ‘Shine Muscat’ a ‘Thompson Seedless’ vyplývá, že se obsah chlorofylu v listech po 28 dnech působení snížené zálivky na rostliny průkazně snížil. U odrůdy ‘Shine Muscat’ tento rozdíl činil 74 % a u odrůdy ‘Thompson Seedless’ byl pokles chlorofylu o 70 %, což je v souladu s výsledky předkládané diplomové práce. Z uvedené diplomové práce vyplývá, že na vodní stres snížením obsahu chlorofylů citlivěji reagovala odrůda ‘Müller Thurgau’ a naopak jako tolerantnější se jeví ‘Modrý Portugal’.

Ze získaných výsledků obsahu celkového chlorofylu dále vyplývá, že různé objemy aplikované zálivky měly vliv na celkový obsah chlorofylu v listech u všech pozorovaných odrůd révy vinné. Nižší objemy zálivky působily negativně na množství celkového chlorofylu. Naopak kontrolní zálivka, 120 ml, neměla na obsah celkového chlorofylu průkazný vliv. Mezi odrůdami byly nalezeny průkazné rozdíly v obsahu chlorofylů v závislosti na množství dodané vody. Změny v reakci genotypů rostlin na vodní deficit ve své práci uvádí např. Rustioni et al. (2021) a Nazir et al. (2022). Jako limitující se jeví 15 ml vody, kdy u této varianty se obsah chlorofylů průkazně snížil.

Jiao et al. (2023) konstatují, že u rostlin, na něž působil dlouhodobě vodní deficit vykazují nižší hodnoty obsahu chlorofylu v porovnání s hodnotami získaných u kontrolních rostlin. Tento závěr byl potvrzen výsledky diplomové práce, neboť vodní deficit působil na rostliny 28 dnů a během jeho trvání byl u jednotlivých stresovaných variant zaznamenán pokles obsahu chlorofylů.

Oproti tomu Wang et al. (2021) konstatují, že u *Vitis amurensis* Rupr. se během působení vodního deficitu se množství chlorofylu zvyšovalo oproti kontrolní variantě. To může být způsobeno zvýšením obsahu chlorofylu v reakci na snížené množství vody v listech. V pokusech uvedených v diplomové práci byl prokázán opačný účinek vodního deficitu na obsah celkového chlorofylu.

7.1.2 Karotenoidy

Z výsledků je patrné, že množství karotenoidů v listech bylo ovlivněno působením vodního deficitu, kdy u variant se sníženým objemem závlivky se obsah karotenoidů zvyšoval.

Dle Karami et al. (2017) dochází vlivem působení stresorů ke změnám v obsahu karotenoidů. Uvedený závěr byl potvrzen, neboť u rostlin kontrolních byl průměrný obsah karotenoidů ve výši $1,45 \text{ nM/cm}^2$ a u rostlin stresovaných závlivkou 15 ml činil $1,57 \text{ nM/cm}^2$. Obsah karotenoidů se u všech sledovaných odrůd révy vinné zvyšoval u varianty 15 ml, čímž byl potvrzen závěr, že se snižujícím se objemem závlivky se obsah karotenoidů zvyšoval. Naopak dle výsledků Zulini et al. (2007) a Jiao et al. (2023) je patrné, že vlivem vodního deficitu dochází ke snížení obsahu karotenoidů v listech. Uvedený závěr byl potvrzen u odrůd révy vinné 'Modrý Portugal' a 'Müller Thurgau', kdy u variant 90, 60 a 30 ml byl zaznamenán pokles obsahu karotenoidů ve srovnání s kontrolními rostlinami. Pouze u odrůdy 'Sauvignon' se obsah karotenoidů v listech všech stresovaných variant ve srovnání s kontrolou zvyšoval, pouze u varianty 30 ml byl jejich obsah shodný s kontrolními rostlinami.

7.2 Transpirace

Kolyva et al. (2023) pozorovali vliv vodního deficitu na transpiraci odrůdy révy 'Assyrtiko' a Azri et al. (2021) u odrůdy 'Razegui', kdy uvádí, že hodnoty transpirace u rostlin stresovaných suchem jsou průkazně nižší než u rostlin, které suchem stresovány nebyly. Na základě získaných výsledků je patrné, že vodní deficit ovlivňuje rychlost transpirace, neboť u rostlin rostoucích ve variantách s 15 a 30 ml objemem závlivky byl zaznamenán pokles hodnot transpirace v porovnání se zavlažovanými rostlinami. Obdobné závěry uvádí také Rustioni et al. (2021), kteří sledovali rychlost transpirace u odrůd révy na dvou lokalitách Itálie.

Vzhledem ke skutečnosti, že stresované rostliny snižovaly vlivem působícího vodního deficitu a času rychlost transpirace, tak je možné shodně s Escalona et al. (2023) a Jiao et al. (2023) konstatovat, že rostliny vystaveny vodnímu deficitu vykazovaly snížené hodnoty transpirace.

Snížení rychlosti transpirace souvisí se ztrátou vody v listech, snížením vodního potenciálu, čímž dochází k postupnému uzavírání průduchů. Uvedenou skutečnost ve své práci potvrzují např. Maroco et al. (2002). Ze získaných výsledků dále vyplývá, že jednotlivé odrůdy reagovaly na vodní deficit různou mírou snížení transpirace. Průkazně nejvyšší snížení transpirace vlivem působení vodního deficitu bylo zaznamenáno u odrůdy 'Modrý Portugal' Naopak odrůda 'Müller Thurgau' se jeví tolerantnější vůči vodnímu deficitu.

7.3 Rychlost fotosyntézy

Výsledky této práce dokazují, že rychlost fotosyntézy u stresovaných variant byla nižší v porovnání se zavlažovanými variantami. Snížení rychlosti fotosyntézy vlivem omezené zálivky v průběhu ontogenetického vývoje rostlin potvrzují např. Bertamini et al. (2006) u odrůdy ‘Riesling’. Zaznamenaný pokles hodnot transpirace v rámci působení vodního deficitu na rostliny potvrzují ve svých pracích také Maroco et al. (2002), Gambetta et al. (2020), Rustioni et al. (2021), Escalona et al. (2023) a Jiao et al. (2023). Jedním z důvodů poklesu rychlosti fotosyntézy stresovaných rostlin je postupné uzavírání průduchů, snížení buněčného napětí a vodního potenciálu v listech révy vinné. Zcela odlišný závěr uvádí Bertamini et al. (2007) konstatující, že k poklesu hodnot fotosyntézy dochází u kontrolních rostlin v porovnání s rostlinami stresovanými. Uvedený rozpor je patrně způsoben odlišnými podmínkami prováděného výzkumu.

Byl prokázán vliv genotypu, kdy se u odrůdy ‘Modrý Portugal’ projevila odchylka v rychlosti fotosyntézy u varianty s 90 ml objemu zálivky oproti odrůdě ‘Müller Thurgau’ a ‘Sauvignon’, kdy rychlost fotosyntézy byla lineárně rostoucí. Genotypové rozdíly v reakci na stres potvrzují také Cochetel et al. (2020) a Azri et al. (2021).

7.4 Fluorescence

Dle Kolyva et al. (2023) s u rostlin stresovaných nedostatečnou zálivkou se hodnota fluorescence prakticky nemění. Naopak Maroco et al. (2002), Bertamini et al. (2007) uvádí, že vlivem vodního deficitu dochází k poklesu hodnot fluorescence.

Z výsledků této práce vyplývá, že u všech variant a odrůd je možné zaznamenat pokles hodnot fluorescence v průběhu měření. Nejnižší změny byly zaznamenány u kontrolní varianty, všech odrůd. Kdy naměřené hodnoty se pohybovaly v rozpětí hodnot od 0,80 do 0,89. Uvedené hodnoty odpovídají obecně přijímané hodnotě pro nestresované rostliny. Nejvyšší pokles hodnot fluorescence byl zaznamenán u všech odrůd s nejnižší zálivkou. V rámci této varianty byla nejnižší hodnota fluorescence zaznamenána u odrůdy ‘Sauvignon’ (0,43) a naopak nejvyšší u ‘Müller Thurgau’ (0,89). Z uvedených hodnot je patrné, že rostliny se nacházejí v podmínkách stresu, což ve své práci uvádí Zulini et al. (2007)

Dále je z výsledků patrné, že je rozdíl v reakci jednotlivých odrůd, i přestože všechny sledované odrůdy vlivem vodního deficitu a délce působení stresoru snižovaly hodnoty fluorescence. Zpočátku působení vodního deficitu není pokles fluorescence mezi odrůdami

v rámci variant výrazný, ale s prohlubujícím se stresem dochází k výraznějším změnám v hodnotách fluorescence. Uvedené závěry potvrzují stanovené hypotézy.

Jak již bylo uvedeno nejcitlivěji na vodní deficit reagovala odrůda 'Sauvignon' a naopak jako tolerantní se jeví odrůda 'Modrý Portugal'.

7.5 Vodní potenciál

Dle Azri et al. (2021), Kolyva et al. (2023) dochází vlivem působení vodního deficitu k poklesu hodnot vodního potenciálu rostlin, a tedy následně ke ztrátě turgoru.

Z výsledků této práce je patrné, že vodní potenciál se se snižujícím se objemem zálivky snižoval, neboť v případě rostlin kontrolních byla jeho průměrná hodnota -0,67 MPa, a naopak u stresovaných rostlin 15 ml zálivky -1,80 MPa. Obdobný závěr uvádí také Tan et al. (2023), kteří konstatují, že kontrolní varianty bez stresu suchem po dobu měření nevykazovaly změny ve vodním potenciálu. U rostlin vystavených vodnímu deficitu došlo k výraznému poklesu hodnot vodního potenciálu.

V průběhu působení vodního deficitu dochází k postupnému snižování vodního potenciálu v listech pod úroveň -1,3 MPa, která obecně udává bod trvalého vadnutí v půdě. Na počátku působení vodního deficitu byla v rámci stresovaných variant průměrná hodnota vodního potenciálu -0,49 MPa, přičemž nižší hodnotu vykazují varianty 15 ml, a naopak vyšší varianta kontrolní. S prohlubujícím se vodním deficitem dochází k postupnému snižování vodního potenciálu až na hodnoty -2,46 MPa (odrůda 'Müller Thurgau'). Trend v postupném snižování vodního potenciálu v listech vlivem působení vodního deficitu uvádí Maroco et al. (2002).

Dále byly zjištěny rozdíly mezi odrůdami, kdy jako citlivá se jeví odrůda 'Müller Thurgau' a tolerantní 'Sauvignon'. Rozdíly v reakci na vodní deficit v rámci odrůd uvádí ve své práci Cochetel et al. (2020).

8 Závěr

Cílem této práce bylo stanoveno vyhodnocení reakce genotypu na vodní deficit, monitorování vlivu vodního deficitu na rychlost výměny plynů sledovaných odrůd révy vinné a možnost využití uvedené metody jako detekci míry působení stresoru na rostliny.

- Byla potvrzena H_1 , že existují genotypové rozdíly v reakci na vodní stres, kdy odrůda ‘Sauvignon’ reagovala nejméně citlivě na podmínky vodního deficitu. Naopak odrůda ‘Müller Thurgau’ se jeví citlivou ke stresu z nedostatku vody.
- Byla potvrzena H_2 , že existují rozdíly ve fyziologických parametrech sledovaných odrůd.
- Byla potvrzena H_3 , že existuje rozdíl ve fyziologii rostlin v závislosti na působení stresoru, neboť rostliny stresované vykazují nižší hodnoty sledovaných parametrů v porovnání s rostlinami kontrolními.
- Nejvíce citlivá na změny celkového obsahu chlorofylu při vodním deficitu se jevila odrůda ‘Müller Thurgau’ u varianty s 15 ml zálivky. Naopak nejnižší změny v obsahu celkového chlorofylu za působení vodního stresu byly zaznamenány u odrůdy ‘Modrý Portugal’.
- Nejvyšší obsah karotenoidů byl stanoven u odrůdy ‘Modrý Portugal’ při 3. odběru u kontrolní varianty, kdy činil $2,84 \text{ nM/cm}^2$. Z toho vyplývá, že tato odrůda disponovala nejnižší citlivostí vůči stresu.
- Naopak nejnižší obsah karotenoidů byl u odrůdy ‘Sauvignon’, taktéž při 3. odběru u kontrolní varianty, kdy obsah karotenoidů byl činila $0,34 \text{ nM/cm}^2$.
- Nejnižší hodnota transpirace byla naměřena ve 3. odběru u varianty 30 ml, odrůdy ‘Modrý Portugal’ ($0,85 \text{ mmol H}_2\text{O}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$). Je možné konstatovat, že tato odrůda byla nejvíce citlivá na snižování transpirace při vodním deficitu.
- Nejvyšší hodnota transpirace byla získána u odrůdy ‘Müller Thurgau’ (3. odběr, 60 ml) - $2,81 \text{ mmol H}_2\text{O}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$.
- Nejvyšší a nejnižší hodnota vodního potenciálu byla shodně zjištěna u odrůdy ‘Müller Thurgau’. Nejvyšší hodnota byla zjištěna u 0. odběru ($-0,43 \text{ MPa}$). Naopak nejnižší získaná hodnota vodního potenciálu byla u varianty 15 ml, 6. odběr ($-2,46 \text{ MPa}$).
- Nejnižší rychlost fotosyntézy byla naměřena u odrůdy ‘Müller Thurgau’ ($8,99 \text{ mmol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}^{-1}$). Naopak nejvyšší rychlost fotosyntézy byla u kontrolních rostlin odrůdy ‘Sauvignon’ na konci pokusu ($10,64 \text{ mmol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}^{-1}$).
- Nejnižší hodnota fluorescence byla naměřena u nejvíce stresovaných rostlin (2. odběr) u odrůdy ‘Modrý Portugal’ ($0,43$). Naopak nejvyšší hodnota fluorescence byla získána u kontrolních rostlin odrůdy ‘Sauvignon’ na počátku pokusu ($0,89$).

- Byl prokázán vliv omezené závlivky na sledované parametry vybraných odrůd révy vinné, kdy varianta s 15 ml způsobila nejvýraznější stres.
- Na základě získaných výsledků je možné konstatovat, že odrůda ‘Sauvignon‘ se jeví vůči vodnímu deficitu tolerantní a naopak odrůda ‘Müller Thurgau‘ citlivou.

9 Literatura

Internetové zdroje:

Pro tvorbu citací byl použit citační manažer citace.com.

1. ARLETTAZ, Raphaël; MAURER, Melanie Linda; MOSIMANN-KAMPE, Paul; NUSSLÉ, Sébastien; ABADI, Fitsum et al. New vineyard cultivation practices create patchy ground vegetation, favouring Woodlarks. Online. *Journal of Ornithology*. 2012, roč. 153, č. 1, s. 229-238. ISSN 2193-7192. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10336-011-0737-7>. [cit. 2024-03-14].
2. AZRI, Wassim; JARDAK, Rahma; COSETTE, Pascal; GUILLOU, Clément; RIAHI, Jawaher et al. Physiological and proteomic analyses of Tunisian local grapevine (. Online. *Functional Plant Biology*. 2021, roč. 49, č. 1, s. 25-39. ISSN 1445-4408. Dostupné z: <https://doi.org/10.1071/FP21026>. [cit. 2024-04-14].
3. BAKER, Helena a John BAKER. *Blauer Portugieser* [online]. [cit. 2024-02-03]. Dostupné z: <https://www.vinazmoravyvinazcech.cz/en/encyclopedia/how-to-know-our-wines/divided-by-variety/for-wine-production/red-wine-varieties/4581772-blauer-portugieser>
4. BELL, SALLY-JEAN a HENSCHKE, PAUL A. Implications of nitrogen nutrition for grapes, fermentation and wine. Online. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2005, roč. 11, č. 3, s. 242-295. ISSN 1322-7130. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2005.tb00028.x>. [cit. 2024-03-26].
5. BERTAMINI, M.; ZULINI, L.; MUTHUCHELIAN, K. a NEDUNCHEZHIAN, N. Effect of water deficit on photosynthetic and other physiological responses in grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Riesling) plants. Online. *Photosynthetica*. 2006, roč. 44, č. 1, s. 151-154. ISSN 03003604. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s11099-005-0173-0>. [cit. 2024-04-13].
6. BERTAMINI, M.; ZULINI, L.; ZORER, R.; MUTHUCHELIAN, K. a NEDUNCHEZHIAN, N. Photoinhibition of photosynthesis in water deficit leaves of grapevine (*Vitis vinifera* L.) plants. Online. *Photosynthetica*. 2007, roč. 45, č. 3. ISSN 03003604. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s11099-007-0071-8>. [cit. 2024-04-13].
7. BOU NADER, Khalil, Manfred STOLL, Doris RAUHUT, et al. Impact of grapevine age on water status and productivity of *Vitis vinifera* L. cv. Riesling. *European Journal of Agronomy* [online]. 2019, **104**, 1-12 [cit. 2024-03-14]. ISSN 11610301. Dostupné z: [doi:10.1016/j.eja.2018.12.009](https://doi.org/10.1016/j.eja.2018.12.009)

8. BRÁZDIL, Rudolf; ZAHRADNÍČEK, Pavel; DOBROVOLNÝ, Petr; KOTYZA, Oldřich a VALÁŠEK, Hubert. Historical and recent viticulture as a source of climatological knowledge in the Czech Republic. Online. *Geografie*. 2008, roč. 113, č. 4, s. 351-371. ISSN 1212-0014. Dostupné z: <https://doi.org/10.37040/geografie2008113040351>. [cit. 2024-04-12].
9. COCHETEL, Noé; GHAN, Ryan; TOUPS, Haley S.; DEGU, Asfaw; TILLET, Richard L. et al. Drought tolerance of the grapevine, *Vitis champinii* cv. Ramsey, is associated with higher photosynthesis and greater transcriptomic responsiveness of abscisic acid biosynthesis and signaling. Online. *BMC Plant Biology*. 2020, roč. 20, č. 1. ISSN 1471-2229. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s12870-019-2012-7>. [cit. 2024-04-14].
10. CORNELIS, Van Leeuwen a SEGUIN, Gérard. Incidence de l'alimentation en eau de la vigne, appréciée par l'état hydrique du feuillage, sur le développement de l'appareil végétatif et la maturation du raisin (*Vitis vinifera* variété Cabernet franc, Saint-Emilion 1990). Online. *OENO One*. 2016, roč. 28, č. 2, s. 81-110. ISSN 2494-1271. Dostupné z: <https://doi.org/10.20870/oenone.1994.28.2.1152>. [cit. 2024-03-25].
11. CORNELIS, Van Leeuwen a SEGUIN, Gérard. Incidence de l'alimentation en eau de la vigne, appréciée par l'état hydrique du feuillage, sur le développement de l'appareil végétatif et la maturation du raisin (*Vitis vinifera* variété Cabernet franc, Saint-Emilion 1990). Online. *OENO One*. 2016, roč. 28, č. 2, s. 81-110. ISSN 2494-1271. Dostupné z: <https://doi.org/10.20870/oenone.1994.28.2.1152>. [cit. 2024-03-25].
12. DELOIRE, Alain; CARBONNEAU, Alain; WANG, Zenphing a OJEDA, Hernán. Vine and water: a short review. Online. *OENO One*. 2016, roč. 38, č. 1, s. 1-13. ISSN 2494-1271. Dostupné z: <https://doi.org/10.20870/oenone.2004.38.1.932>. [cit. 2024-03-25].
13. DIAKOU-VERDIN, Paraskevi; CARDE, Jean-Pierre; GAUDILLÈRE, Jean-Pierre; BARRIEU, François; OLLAT, Nathalie et al. Grape berry development: A review. Online. *OENO One*. 2016, roč. 36, č. 3, s. 109-131. ISSN 2494-1271. Dostupné z: <https://doi.org/10.20870/oenone.2002.36.3.970>. [cit. 2024-03-25].
14. GAMBETTA, Gregory A; HERRERA, Jose Carlos; DAYER, Silvina; FENG, Quishuo; HOCHBERG, Uri et al. Corrigendum to: The physiology of drought stress in grapevine. Online. *Journal of Experimental Botany*. 2020, roč. 71, č. 18, s. 5717-5717. ISSN 0022-0957. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/jxb/eraa313>. [cit. 2024-04-14].

15. GONDAL, Aqarab Husnain, Irfan HUSSAIN, Abu Bakar IJAZ, et al. *Influence of Soil Ph and Microbes on Mineral Solubility and Plant Nutrition* [online]. Pakistan, 2021 [cit. 2024-03-27]. ISSN 2522-6584.
16. GRAINGER, Keith a TATTERSALL, Hazel. *Wine Production and Quality*. Online. Wiley, 2016. ISBN 9781118934555. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/9781118934562>. [cit. 2024-04-02].
17. CHAVES, M. M.; ZARROUK, O.; FRANCISCO, R.; COSTA, J. M.; SANTOS, T. et al. Grapevine under deficit irrigation: hints from physiological and molecular data. Online. *Annals of Botany*. 2010, roč. 105, č. 5, s. 661-676. ISSN 1095-8290. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/aob/mcq030>. [cit. 2024-03-25].
18. CHONÉ, Xavier; LAVIGNE-CRUÈGE, Valérie; TOMINAGA, Takatoshi; VAN LEEUWEN, Cornelis; CASTAGNÈDE, Caroline et al. Effect of vine nitrogen status on grape aromatic potential: flavor precursors (S-cysteine conjugates), glutathione and phenolic content in *Vitis vinifera* L. Cv Sauvignon blanc grape juice. Online. *OENO One*. 2016, roč. 40, č. 1, s. 1-6. ISSN 2494-1271. Dostupné z: <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2006.40.1.880>. [cit. 2024-03-26].
19. IYER, NIRANJANI J., YUHONG TANG a RAMAMURTHY MAHALINGAM. Physiological, biochemical and molecular responses to a combination of drought and ozone in *Medicago truncatula*: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global Change Biology* [online]. 2013, **36**(3), 706-720 [cit. 2024-03-11]. ISSN 0140-7791. Dostupné z: [doi:10.1111/pce.12008](https://doi.org/10.1111/pce.12008)
20. J. M., ESCALONA, FLEXAS J., BOTA J. a MEDRANO H. *Distribution of leaf photosynthesis and transpiration within grapevine canopies under different drought conditions* [online]. , Palma de Mallorca, España, 2003, *Vitis* 42 (2), 57–64 [cit. 2024-04-15]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/265654481_Distribution_of_leaf_photosynthesis_and_transpiration_within_grapevine_canopies_under_different_drought_conditions
21. JACKSON, Ronald S. *Grapevine Structure and Function*. Online. In: *Wine Science*. Elsevier, 2008, s. 50-107. ISBN 9780123736468. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-012373646-8.50006-8>. [cit. 2024-03-25].
22. JIAO, Shuzhen; ZENG, Fanwei; HUANG, Yaping; ZHANG, Libing; MAO, Juan 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. 2024-04-15].
23. KARAMI, Leila; GHADERI, Nasser a JAVADI, Taimoor. Morphological and physiological responses of grapevine (*Vitis vinifera* L.) to drought stress and dust pollution. Online. *Folia Horticulturae*. 2017, roč. 29, č. 2, s. 231-240. ISSN 2083-5965. Dostupné z: <https://doi.org/10.1515/fhort-2017-0021>. [cit. 2024-04-15].
24. KOLYVA, Foteini; NIKOLOPOULOS, Dimosthenis; BRESTA, Panagiota; LIAKOPOULOS, Georgios; KARABOURNIOTIS, George et al. Acclimation of the Grapevine *Vitis vinifera* L. cv. Assyrtiko to Water Deficit: Coordination of Structural and Functional Leaf Traits and the Dynamic of Calcium Oxalate Crystals. Online. *Plants*. 2023, roč. 12, č. 23. ISSN 2223-7747. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/plants12233992>. [cit. 2024-04-13].
25. LACROUX, Florian; TRÉGOAT, Olivier; VAN LEEUWEN, Cornelius; PONS, Alexandre; TOMINAGA, Takatoshi et al. Effect of foliar nitrogen and sulphur application on aromatic expression of *Vitis vinifera* L. cv. Sauvignon blanc. Online. *OENO One*. 2016, roč. 42, č. 3, s. 125-132. ISSN 2494-1271. Dostupné z: <https://doi.org/10.20870/oenone.2008.42.3.816>. [cit. 2024-03-26].
26. LIKAR, M.; VOGEL-MIKUŠ, K.; POTISEK, M.; HANČEVIĆ, K.; RADIĆ, T. et al. Importance of soil and vineyard management in the determination of grapevine mineral composition. Online. *Science of The Total Environment*. 2015, roč. 505, s. 724-731. ISSN 00489697. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.10.057>. [cit. 2024-03-14].
27. LIN, YiLing; LIU, Siyu; FANG, Xiang; REN, Yanhua; YOU, Zhijie et al. The physiology of drought stress in two grapevine cultivars: Photosynthesis, antioxidant system, and osmotic regulation responses. Online. *Physiologia Plantarum*. 2023, roč. 175, č. 5. ISSN 0031-9317. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/ppl.14005>. [cit. 2024-04-13].
28. LUND, Cynthia M., Michelle K. THOMPSON, Frank BENKWITZ, Mark W. WOHLER, Chris M. TRIGGS, Richard GARDNER, Hildegard HEYMANN a Laura NICOLAU. New Zealand Sauvignon blanc Distinct Flavor Characteristics: Sensory, Chemical, and Consumer Aspects. *American Journal of Enology and Viticulture* [online]. 2009, 2009-03-02, **60**(1), 1-12 [cit. 2024-02-02]. ISSN 0002-9254. Dostupné z: [doi:10.5344/ajev.2009.60.1.1](https://doi.org/10.5344/ajev.2009.60.1.1)

29. MAROCO, João P.; RODRIGUES, M. Lucília; LOPES, Carlos a CHAVES, M. Manuela. Limitations to leaf photosynthesis in field-grown grapevine under drought — metabolic and modelling approaches. Online. *Functional Plant Biology*. 2002, roč. 29, č. 4. ISSN 1445-4408. Dostupné z: <https://doi.org/10.1071/PP01040>. [cit. 2024-04-14].
30. MAROCO, João P.; RODRIGUES, M. Lucília; LOPES, Carlos a CHAVES, M. Manuela. Limitations to leaf photosynthesis in field-grown grapevine under drought — metabolic and modelling approaches. Online. *Functional Plant Biology*. 2002, roč. 29, č. 4. ISSN 1445-4408. Dostupné z: <https://doi.org/10.1071/PP01040>. [cit. 2024-04-15].
31. MASTERS, Gregory J., Ian D. HODKINSON, Caroline AWMACK, et al. Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global Change Biology* [online]. 2002, **8**(1), 1-16 [cit. 2024-03-08]. ISSN 1354-1013. Dostupné z: [doi:10.1046/j.1365-2486.2002.00451.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2486.2002.00451.x)
32. MZe. *Vinná réva* [online]. 2022 [cit. 2024-03-14]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/portal/mze/zemedelstvi/rostlinna-vyroba/rostlinne-komodity/reva-vinna-a-vino>
33. NAZIR, Fahad; AHMAD, Touqeer; MALIK, Saad Imran; AHMED, Mukhtar; BASHIR, Muhammad Ajmal et al. Wild grapevines as rootstock regulate the oxidative defense system of in vitro grafted scion varieties under drought stress. Online. *PLOS ONE*. 2022, roč. 17, č. 9. ISSN 1932-6203. Dostupné z: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0274387>. [cit. 2024-04-13].
34. OSAKABE, Keishi, Kazuo SHINOZAKI a Lam-Son P. TRAN. Response of plants to water stress. *Frontiers in Plant Science* [online]. 2014, 2014-03-13, **5** [cit. 2024-01-29]. ISSN 1664-462X. Dostupné z: [doi:10.3389/fpls.2014.00086](https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00086)
35. PUDELSKA, Krystyna, Margot DUDKIEWICZ a Paweł KRAWIEC. Cultivation of *Vitis vinifera* L. in the light of former publications and today in Poland. *Acta Agrobotanica* [online]. 2014, **67**(3), 3-12 [cit. 2023-11-30]. ISSN 2300-357X. Dostupné z: [doi:10.5586/aa.2014.039](https://doi.org/10.5586/aa.2014.039)
36. REYNARD, Jean-Sébastien; ZUFFEREY, Vivian; NICOL, Geneviève-Clara a MURISIER, François. Soil parameters impact the vine-fruit-wine continuum by altering vine nitrogen status. Online. *OENO One*. 2016, roč. 45, č. 4, s. 211-221. ISSN 2494-1271. Dostupné z: <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2011.45.4.1502>. [cit. 2024-03-26].
37. RODRIGO-COMINO, Jesús; BREVIK, Eric C. a CERDÀ, Artemi. The age of vines as a controlling factor of soil erosion processes in Mediterranean vineyards.

- Online. *Science of The Total Environment*. 2018, roč. 616-617, s. 1163-1173. ISSN 00489697. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.204>. [cit. 2024-03-14].
38. RUSTIONI, Laura a BIANCHI, Davide. Drought increases chlorophyll content in stems of *Vitis* interspecific hybrids. Online. *Theoretical and Experimental Plant Physiology*. 2021, roč. 33, č. 1, s. 69-78. ISSN 2197-0025. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s40626-021-00195-0>. [cit. 2024-04-14].
39. ŘEZNÍČEK, Vojtěch, Petr SALAŠ a Jan LUŽNÝ. *Historie pěstování révy vinné v Čechách a na Moravě a počátky jejího šlechtění* [online]. MZLU v Brně, Zahradnická fakulta v Lednici na Moravě, 2002 [cit. 2023-12-13]. Dostupné z: <http://czechwines.cz/lide/histvin.htm>
40. ŘEZNÍČEK, Vojtěch, Petr SALAŠ a Jan LUŽNÝ. *Historie pěstování révy vinné v Čechách a na Moravě a počátky jejího šlechtění* [online]. Brno, 2002 [cit. 2024-03-12]. Dostupné z: <http://czechwines.cz/lide/histvin.htm>
41. SEDLÁČEK, Milan. *Historie vína* [online]. 2006 [cit. 2023-12-18]. Dostupné z: <https://www.znalecvin.cz/historie-vina/>
42. SEDLÁČEK, Milan. *Modrý Portugal* [online]. 2006 [cit. 2023-12-02]. Dostupné z: <https://www.znalecvin.cz/modry-portugal/>
43. SEDLÁČEK, Milan. *Müller Thurgau* [online]. 2006 [cit. 2023-12-02]. Dostupné z: <https://www.znalecvin.cz/muller-thurgau/>
44. SEDLÁČEK, Milan. *Sauvignon* [online]. 2006 [cit. 2023-12-02]. Dostupné z: <https://www.znalecvin.cz/sauvignon/>
45. SEGUIN, Gérard. Alimentation en eau de la vigne et composition chimique des moûts dans les grands crus du Médoc. Phénomènes de régulation. Online. *OENO One*. 2016, roč. 9, č. 1, s. 23-34. ISSN 2494-1271. Dostupné z: <https://doi.org/10.20870/oeno-one.1975.9.1.1675>. [cit. 2024-03-25].
46. TAN, Jia W.; SHINDE, Harshraj; TESFAMICAEL, Kiflu; HU, Yikang; FRUZANGO HAR, Mario et al. Global transcriptome and gene co-expression network analyses reveal regulatory and non-additive effects of drought and heat stress in grapevine. Online. *Frontiers in Plant Science*. 2023, roč. 14. ISSN 1664-462X. Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1096225>. [cit. 2024-04-14].
47. THE CHESHIRE GENTLEMEN. *Müller-Thurgau* [online]. [cit. 2024-02-03]. Dostupné z: <https://cheshiregentlemen.co.uk/muller-thurgau/>

48. TYREE, Melvin T. a SPERRY, John S. Do Woody Plants Operate Near the Point of Catastrophic Xylem Dysfunction Caused by Dynamic Water Stress? Online. *Plant Physiology*. 1988, roč. 88, č. 3, s. 574-580. ISSN 0032-0889. Dostupné z: <https://doi.org/10.1104/pp.88.3.574>. [cit. 2024-03-25].
49. ÚKZÚZ. *Plocha vinic v ČR k 31. 12. 2022 dle podoblastí (ha)* [online]. 5 [cit. 2023-11-30]. Dostupné z: https://eagri.cz/public/portal/-q7711---tcy1HM68/pestovani-revy-vinne-v-ceske-republice-v?_linka=a166681
50. VAHALA, J., M. POHJOLA1, T. HOLOPAINEN, et al. Physiological, stomatal and ultrastructural ozone responses in birch (*Betula pendula* Roth.) are modified by water stress: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global Change Biology* [online]. 1998, **21**(7), 671-684 [cit. 2024-03-03]. ISSN 0140-7791. Dostupné z: [doi:10.1046/j.1365-3040.1998.00303.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-3040.1998.00303.x)
51. VAN LEEUWEN, Cornelius; TRÉGOAT, Olivier; CHONÉ, Xavier; BOIS, Benjamin; PERNET, David et al. Vine water status is a key factor in grape ripening and vintage quality for red Bordeaux wine. How can it be assessed for vineyard management purposes? Online. *OENO One*. 2016, roč. 43, č. 3, s. 121-134. ISSN 2494-1271. Dostupné z: <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2009.43.3.798>. [cit. 2024-03-26].
52. VENKITASAMY, Chandrasekar; ZHAO, Liming; ZHANG, Ruihong a PAN, Zhongli. Grapes. Online. In: *Integrated Processing Technologies for Food and Agricultural By-Products*. Elsevier, 2019, s. 133-163. ISBN 9780128141380. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814138-0.00006-X>. [cit. 2024-03-14].
53. WANG, Mingjie; LIANG, Wenwei; FAN, Lili; LU, Huiling; LV, Yunbo et al. Physiological Response of *Vitis Amurensis* Rupr. Seedlings to Drought Stress and Re-watering. Online. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021, roč. 697, č. 1. ISSN 1755-1307. Dostupné z: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/697/1/012032>. [cit. 2024-04-14].
54. WINE PARADIGM. *Müller-Thurgau* [online]. 2018 [cit. 2024-02-03]. Dostupné z: <https://wineparadigm.com/muller-thurgau/>
55. WOJNAROWIEZ, G., B. HOLZAPFEL, F. FONTAINE, N. VAILLANT-GAVEAU a C. CLEMENT. Sugars and flowering in the grapevine (*Vitis vinifera* L.). *Journal of Experimental Botany* [online]. 2008, 2008-07-01, **59**(10), 2565-2578 [cit. 2024-03-14]. ISSN 0022-0957. Dostupné z: [doi:10.1093/jxb/ern135](https://doi.org/10.1093/jxb/ern135)
56. ZUFFEREY, Vivian; SPRING, Jean-Laurent; VERDENAL, Thibaut; DIENES, Agnès; BELCHER, Sandrine et al. The influence of water stress on plant hydraulics, gas

- exchange, berry composition and quality of Pinot Noir wines in Switzerland. Online. *OENO One*. 2017, roč. 51, č. 1. ISSN 2494-1271. Dostupné z: <https://doi.org/10.20870/oenone.2017.51.1.1314>. [cit. 2024-03-26].
57. ZUFFEREY, Vivian; VERDENAL, Thibaut; DIENES, Agnès; BELCHER, Sandrine; LORENZINI, Fabrice et al. The impact of plant water status on the gas exchange, berry composition and wine quality of Chasselas grapes in Switzerland. Online. *OENO One*. 2018, roč. 52, č. 4. ISSN 2494-1271. Dostupné z: <https://doi.org/10.20870/oenone.2018.52.4.2181>. [cit. 2024-03-14].
58. ZULINI, L.; RUBINIGG, M.; ZORER, R. a 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. 2024-04-15].

Knižní zdroje:

Pro tvorbu citací byl použit citační manažer citace.com.

1. Rok zahradníka: MÜLLEROVÁ, Veronika; NÁBĚLEK, Tomáš a KUCHAR, Vladimír (ed.). *Rok zahradníka: praktický pomocník při pěstování plodin či hubení škůdců ve vaší zahradě*. Oldřišov: AgroBio Opava, 2014. ISBN 978-80-260-5664-5.
2. PROCHÁZKA, Stanislav. *Fyziologie rostlin*. Praha: Academia, 1998. ISBN isbn80-200-0586-2.
3. PAVLOUŠEK, Pavel. *Pěstování révy vinné: moderní vinohradnictví*. Praha: Grada, c2011. ISBN 978-80-247-3314-2.
4. RAHMAN, Mogizur a Hiroshi HASEGAWA. *Water stress*. Chorvatsko, 2011. ISBN 978-953-307-963-9.
5. MALINA, Jaroslav; MARKEL, Martin; SEDLÁČEK, Milan a ŽALOUDÍK, Jan. *Víno v proudu času*. Heureka. Brno: Nadace Universitas, [2023]. ISBN 978-80-11-02595-3.
6. SLAVÍK, Bohumil a ŠTĚPÁNKOVÁ, Jitka (ed.). *Květena České republiky*. Praha: Academia, 2011. ISBN isbn:80-200-0590-0.
7. PAVLOUŠEK, Pavel, LAMPÍŘ, Lubomír. 2016. *Réva vinná: pro malopěstitele*. *Agriprint*, Olomouc. 350 s. ISBN 978-80-87091-65-4.)
8. BRAUN, J., VANEK, G., *Pěstujeme révu vinnou*. Praha Státní zemědělské nakladatelství, 1990. 56 s. ISBN 80-209-0100-0.

9. OTÁHAL, Karel. *Jak z hroznů víno dělat*. Praha: Jonathan Livingston, 2010, 99 s. ISBN 978-80-86037-35-6.
10. PAGE, Anna. *Integrovaná produkce révy vinné: informační materiál pro zemědělce*. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2015. ISBN 978-80-7434-230-1.

10 Seznam použitých zkratek a symbolů

ABA – kyselina abscisová

ROS – reakční formy kyslíku

MT – Müller Thurgau

Sg – Sauvignon

MP – Modrý Portugal

ÚKZÚZ – Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský

K – kontrolní varianta

11 Seznam obrázků a grafů

- Obr. 1 – Deset nejvýznamnějších vinařských zemí na světě podle plochy vinic (dostupné z: OIV, 2010)
- Obr. 2 – Katastr viničních tratí na Moravě a v Čechách (dostupné z: Blaha, 1948)
- Obr. 3 – Areni-1 – jižní část jeskyně, kde bylo v letech 2007–2010 objeveno vinařství (dostupné z: Slavík et al., 2011)
- Obr. 4 – Areni-1 – geofyzikální měření uvnitř jeskyně v roce 2021 (dostupné z: Slavík et al., 2011)
- Obr. 5 – Areni-1 – Malovaný karas v průběhu odkryvů (dostupné z: Slavík et al., 2011)
- Obr. 6 – Stonky a semínka révy vinné nalezeny v okolí lisu (dostupné z: Slavík et al., 2011)
- Obr. 7 – Morfologie rostliny *V. vinifera* L. (dostupné z: <https://depositphotos.com/cz/vector/parts-plant-morphology-grape-vine-plant-root-system-isolated-white-340803980.html>)
- Obr. 8 – Kořenový systém révy vinné (dostupné z: Pavloušek a kol., 2016)
- Obr. 9 – Kořenový systém *Vitis vinifera* L. (dostupné z: https://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/33410/%C5%A1%C4%8Depko_2015_dp.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Obr. 10 – List révy vinné (dostupné z: Pavloušek a Lampíř, 2016)
- Obr. 11 – Řez jednoletým dřevem (dostupné z: Pavloušek a Lampíř, 2016)
- Obr. 12 – Řez pupenem révy vinné (dostupné z: https://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/33410/%C5%A1%C4%8Depko_2015_dp.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Obr. 13 – květenství révy vinné (dostupné z: <https://www.vinarskepotreby.cz/clanky/detail/pece-o-revu-vinnou-po-odkvetu.htm>)
- Obr. 14 – Detail květu révy vinné (dostupné z: https://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=1184&typ=html)
- Obr. 15 – Morfologie bobule (dostupné z: https://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=1269&typ=html)
- Obr. 16 – Systém umístění hroznu na letorostu – tzv. trojčlen (dostupné z: Pavloušek, Lampíř, et al., 2016)
- Obr. 17 – Tabulka, přehled základních podmínek pro pěstování révy vinné (dostupné z: Pavloušek a Lampíř, 2016)
- Obr. 18 – Botrytiová hniloba květenství (dostupné z: <https://www.vinarskepotreby.cz/clanky/detail/pece-o-revu-vinnou-po-odkvetu.htm>)
- Obr. 19 – Plíseň révová, projevy na horní a spodní straně listu (dostupné z: <https://www.vinarskepotreby.cz/clanky/detail/pece-o-revu-vinnou-po-odkvetu.htm>)
- Obr. 20 – Mšička révokaz (*Dactylosphaera vitifoliae*) na litech révy vinné (dostupné z: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompndium.56511>)
- Obr. 21 – Rozdělení stresových faktorů (dostupné z: PřFUK, Opatrný, 2014)
- Obr. 22 – Reakce rostliny na vodní stres (dostupné z: Osakabe, 2014)
- Obr. 23 – Vzdělání rostliny v reakci na stres, č kombinaci stresů (dostupné z: <https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/nph.12797>)
- Obr. 24 – Reakce rostliny na vodní stres (dostupné z: <https://socratic.org/questions/why-is-the-process-of-transpiration-and-why-it-is-important-to-plants>)
- Obr. 25 – Příprava rostlin pro laboratorní měření (dostupné z: autor práce)
- Obr. 26 – Plocha moštových odrůd v ČR k 31. 12. 2022 (dostupné z: <https://eagri.cz/public/portal/-q7711---tcy1HM68/pestovani-revy-vinne-v-ceske-republice-v?linka=a166681>)
- Obr. 27 – Hrozen *V. vinifera* ‘Müller Thurgau‘ (dostupné z: <https://www.vinomapa.cz/muller-thurgau-zakladni-informace-ktere-byse-o-teto-odrude-meli-znat/>)

Obr. 28 – Hrozen *V. vinifera* ‘Sauvignon’ (dostupné z: <https://www.weinstrasse.com/it/cultura-e-territorio/vino/vini-e-varieta-di-vite/sauvignon-blanc/>)

Obr. 29 – Hrozen *V. vinifera* ‘Modrý Portugal’ (dostupné z: <https://www.vinazmoravyvinazcech.cz/cs/o-vine/pruvodce-vinem/deleni-vina/deleni-podle-odrudy/odrudy-cervenych-vin/4581772-modry-portugal>)

Obr. 30 – Příprava vzorků pro měření fotosynteticky aktivních pigmentů (dostupné z: autor práce)

Obr. 31 – Měření pomocí přístroje infračerveného analyzátoru plynů LCpro+ (dostupné z: autor práce)

Graf 1 – Změny obsahu celkového chlorofylu u odrůdy ‘Modrý Portugal’ [nM/cm²] v závislosti na termínu a variantě

Graf 2 – Změny obsahu celkového chlorofylu u odrůdy ‘Müller Thurgau’ [nM/cm²] v závislosti na termínu a variantě

Graf 3 – Změny obsahu celkového chlorofylu u odrůdy ‘Sauvignon’ [nM/cm²] v závislosti na termínu a variantě

Graf 4a, 4b, 4c – Změny obsahu celkového chlorofylu u odrůd ‘Modrý Portugal’, ‘Müller Thurgau’ a ‘Sauvignon’ [nM/cm²] v závislosti na odrůdě a variantě

Graf 5 – Změny obsahu karotenoidů u odrůdy ‘Müller Thurgau’ [nM/cm²] v závislosti na termínu a variantě

Graf 6 – Změny obsahu karotenoidů u odrůdy ‘Müller Thurgau’ [nM/cm²] v závislosti na termínu a variantě

Graf 7 – Změny obsahu karotenoidů u odrůdy ‘Sauvignon’ [nM/cm²] v závislosti na termínu a variantě

Graf 8a, 8b, 8c – Změny obsahu karotenoidů u odrůd ‘Modrý Portugal’, ‘Müller Thurgau’ a ‘Sauvignon’ [nM/cm²] v závislosti na odrůdě a variantě

Graf 9 – Změny rychlosti výměny plynů u odrůdy ‘Modrý Portugal’ [mmol H₂O/m²/s] v závislosti na termínu a variantě

Graf 10 – Změny rychlosti výměny plynů u odrůdy ‘Müller Thurgau’ [mmol H₂O/m²/s] v závislosti na termínu a variantě

Graf 11 – Změny rychlosti výměny plynů u odrůdy ‘Sauvignon’ [mmol H₂O/m²/s] v závislosti na termínu a variantě

Graf 12a, 12b, 12c – Změny rychlosti výměny plynů u odrůd ‘Modrý Portugal’, ‘Müller Thurgau’ a ‘Sauvignon’ [mmol H₂O/m²/s] v závislosti na odrůdě a variantě

Graf 13 – Změny rychlosti fotosyntézy u odrůdy ‘Modrý Portugal’ [mmol CO₂/m²/s⁻¹] v závislosti na termínu a variantě

Graf 14 – Změny rychlosti fotosyntézy u odrůdy ‘Müller Thurgau’ [mmol CO₂/m²/s⁻¹] v závislosti na termínu a variantě

Graf 15 – Změny rychlosti fotosyntézy u odrůdy ‘Sauvignon’ [mmol CO₂/m²/s⁻¹] v závislosti na termínu a variantě

Graf 16a, 16b, 16c – Změny rychlosti fotosyntézy u odrůd ‘Modrý Portugal’, ‘Müller Thurgau’ a ‘Sauvignon’ [mmol CO₂/m²/s⁻¹] v závislosti na odrůdě a variantě

Graf 17 – Změny fluorescence u odrůdy ‘Modrý Portugal’ v závislosti na termínu a variantě

Graf 18 – Změny fluorescence u odrůdy ‘Müller Thurgau’ v závislosti na termínu a variantě

Graf 19 – Změny fluorescence u odrůdy ‘Sauvignon’ v závislosti na termínu a variantě

Graf 20a, 20b, 20c – Změny fluorescence u odrůd ‘Modrý Portugal’, ‘Müller Thurgau’ a ‘Sauvignon’ v závislosti na odrůdě a variantě

Graf 21 – Změny vodního potenciálu u odrůdy ‘Modrý Portugal’ [MPa] v závislosti na termínu a variantě

Graf 22 – Změny vodního potenciálu u odrůdy ‘Müller Thurgau’ [MPa] v závislosti na termínu a variantě

Graf 23 – Změny vodního potenciálu u odrůdy ‘Sauvignon‘ [MPa] v závislosti na termínu a variantě

Graf 24a, 24b, 24c – Změny vodního potenciálu u odrůd ‘Modrý Portugal‘, ‘Müller Thurgau‘ a ‘Sauvignon‘ [MPa] v závislosti na odrůdě a variantě

