

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra botaniky a fyziologie rostlin



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Vliv rozdílného režimu závlahy na množství obsahových
látek v listech u vybraných odrůd *Vitis vinifera* L.**

Diplomová práce

**Bc. Jan Killian Kodet
Zahradnictví**

PharmDr. Jan Kubeš, Ph.D.

© 2024 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vliv rozdílného režimu závlahy na množství obsahových látek v listech u vybraných odrůd *Vitis vinifera* L. " jsem vypracoval 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 autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 21.04.2024

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval svému vedoucímu, PharmDr. Janu Kubešovi, Ph.D. za odborné rady, které mi poskytl při psaní této diplomové práce a členům Katedry botaniky a fyziologie rostlin za možnost pracovat zde na praktické části této práce. Děkuji rodině za podporu a zázemí, které mi poskytla při psaní.

Tato práce byla zpracována za finanční podpory grantu: QK21010189 „Implementace ekosystémových služeb se zaměřením na vodní bilanci ve vinohradnické praxi.“

Vliv rozdílného režimu závlahy na množství obsahových látek v listech u vybraných odrůd *Vitis vinifera* L.

Souhrn

Práce byla zaměřena na sledování vlivu rozdílného režimu závlahy (K: 120 ml, S1: 90 ml, S2: 60 ml, S3: 30 ml a S4: 15 ml H₂O) na množství obsahových látek v listech vybraných odrůd *Vitis vinifera* L.: 'Ryzlink rýnský', 'Rulandské modré', 'Tramín červený', 'Müller Thurgau', 'Modrý Portugal' a 'Sauvignon'. Případné změny byly hodnoceny i z hlediska toho, jestli se tvorba těchto látek lišila mezi jednotlivými odrůdami.

Pokus probíhal v částečně řízených podmínkách skleníku, kdy byly rostliny pěstovány v perlitem naplněných nádobách. Sledované parametry (malondialdehyd, MDA; celkový obsah fenolických látek, TPC; obsah fenolických kyselin, PAC; obsah flavonoidů, TFC; celková antioxidační kapacita, TAC) byly hodnoceny v listech odebíraných v pěti týdenních intervalech po dobu 28 dní, včetně prvního dne, kdy byly aplikovány různé objemy závlahy.

Ze získaných výsledků vyplývá, že vodní deficit ovlivnil obsah malondialdehydu, který vzniká při peroxidaci membránových lipidů. U většiny odrůd se projevila nejvyšším nárůstem MDA závlaha S3. Výjimkou byla odrůda 'Rulandské modré', u které byla tvorba MDA nejznatelnější již by při závlahce 60 ml.

V závislosti na množství závlahy byla také ovlivněna tvorba sledovaných skupin sekundárních metabolitů, kdy se jejich obsah v listech v průběhu pokusu snižoval společně s redukcí dodávaného objemu vody. U odrůd jako 'Müller Thurgau' a 'Sauvignon' však omezená závlaha tvorbu látek, jako jsou fenolické kyseliny nebo flavonoidy, stimulovala. Podobně reagovala i odrůda 'Modrý Portugal', kde v případě aplikace 30 ml vody byl pozorován nárůst celkového obsahu fenolických látek a kyselin.

Z hlediska TAC se ukazuje, že odrůdy s vyšším obsahem MDA jako 'Müller Thurgau', 'Sauvignon' a 'Modrý Portugal' měly tento parametr nižší než odrůdy 'Rulandské modré', 'Tramín červený' a 'Ryzlink rýnský' s menším tvorbou MDA. Hodnoty TAC byly relativně podobné v rámci různých závlah, je ale patrné, že její redukce vede k poklesu TAC.

V rámci sledovaných parametrů bylo potvrzeno, že se jejich obsah v mění nejenom v závislosti na množství vody, ale je i rozdílný mezi testovanými odrůdami *V. vinifera*.

Klíčová slova: vinná réva; abiotický stres; vodní deficit; poškození membrán; sekundární metabolismus; antioxidační aktivita

The effect of different irrigation on the amount of substances in leaves of *Vitis vinifera* L. genotypes

Summary

The work was aimed at monitoring the effect of different irrigation regimes (K: 120 ml, S1: 90 ml, S2: 60 ml, S3: 30 ml and S4: 15 ml H₂O) on the amount of content substances in the leaves of selected *Vitis vinifera* L. varieties: 'Riesling', 'Pinot Noir', 'Gewürztraminer', 'Müller-Thurgau', 'Blauer Portugieser' and 'Sauvignon Blanc'. Any changes were also assessed in terms of whether the formation of these substances differed between the varieties.

The experiment was conducted under semi-controlled greenhouse conditions, with plants grown in perlite-filled containers. The parameters monitored (malondialdehyde, MDA; total phenolic content, TPC; phenolic acid content, PAC; flavonoid content, TFC; total antioxidant capacity, TAC) were evaluated in leaves collected at five weekly intervals over a period of 28 days, including the first day when different volumes of watering were applied.

The results show that water deficit affected the content of malondialdehyde, which is formed during peroxidation of membrane lipids. In most of the cultivars, the highest increase in MDA was observed in S3 watering. An exception was the variety 'Pinot Noir', where the most significant MDA production was already observed at 60 ml watering.

Depending on the amount of watering, the formation of the observed groups of secondary metabolites was also affected, with their content in leaves decreasing during the experiment together with the reduction of the supplied water volume. However, in varieties such as 'Müller-Thurgau' and 'Sauvignon Blanc', the production of substances such as phenolic acids or flavonoids was stimulated by limited watering. A similar response was observed for the variety 'Blauer Portugieser', where an increase in total phenolics and acids was observed when 30 ml of water was applied.

In terms of TAC, it appears that varieties with higher MDA content such as 'Müller-Thurgau', 'Sauvignon Blanc' and 'Blauer Portugieser' had a lower MDA content than varieties such as 'Pinot Noir', 'Gewürztraminer' and 'Riesling' with lower MDA content. The TAC values were relatively similar between the different waterings, but it is evident that its reduction leads to a decrease in TAC.

Within the parameters monitored, it was confirmed that their content not only varies with the amount of water but also differs between the *V. vinifera* varieties tested.

Keywords: grapevine; abiotic stress; water deficit; membrane damage; secondary metabolism; antioxidant activity

Obsah

1	Úvod	1
2	Vědecká hypotéza a cíle práce	2
3	Literární rešerše	3
3.1	Réva vinná (<i>Vitis vinifera</i> L.)	3
3.1.1	Botanický popis	3
3.1.2	Réva vinná v České republice	3
3.1.3	Réva vinná a nepříznivé faktory	4
3.2	Závlahový režim	5
3.2.1	Typy závlah	5
3.2.2	Zdroje závlahové vody	6
3.3	Stres	6
3.4	Voda jako stresový faktor	8
3.4.1	Stres z nedostatku vody	9
3.4.2	Stres z nadbytku vody	10
3.5	Charakteristika měřených parametrů	10
3.5.1	Malondialdehyd	11
3.5.2	Fenolické sloučeniny	11
3.5.2.1	Fenolické kyseliny	12
3.5.2.2	Flavonoidy	12
3.5.3	Antioxidační kapacita	13
4	Metodika	14
4.1	Rostlinný materiál	14
4.2	Založení pokusu	16
4.3	Analýza obsahových látek	17
4.3.1	Stanovení celkového obsahu malondialdehydu (MDA)	17
4.3.2	Stanovení celkového obsahu fenolických sloučenin (TPC)	17
4.3.3	Stanovení celkového obsahu flavonoidů (TFC)	18
4.3.4	Stanovení celkového obsahu fenolických kyselin (PAC)	18
4.3.5	Stanovení celkové antioxidační kapacity (TAC)	18
4.4	Zpracování výsledků	18
5	Výsledky	19
5.1	Stanovení celkového obsahu malondialdehydu (MDA)	20
5.2	Stanovení celkového obsahu fenolických sloučenin (TPC)	27
5.3	Stanovení celkového obsahu flavonoidů (TFC)	34
5.4	Stanovení celkového obsahu fenolických kyselin (PAC)	41
5.5	Stanovení celkové antioxidační kapacity (TAC)	48

6	Diskuse.....	55
6.1	Malondialdehyd (MDA)	55
6.2	Fenolické látky (TPC).....	56
6.3	Flavonoidy (TFC).....	57
6.4	Fenolické kyseliny (PAC)	58
6.5	Celková antioxidační aktivita (TAC)	59
7	Závěr.....	60
8	Literatura	62
9	Seznam použitých zkratk a symbolů	69
10	Seznam grafů, obrázků, rovnic a tabulek	70

1 Úvod

Réva vinná – *Vitis vinifera* je pěstována odpradávná. Od nejstarších dob doprovází člověka všude, kde jsou vhodné přírodní podmínky pro její pěstování. Semena nalezená archeology na území dnešního Iránu a Turecka pochází z období 8000 př. n. l. (Pavloušek 2007). Archeologické nálezy také prokázaly, že se ve starověkém Egyptě před 5000 lety vyrábělo víno (Pavloušek 2006). To ovlivňovalo společenský a kulturní život a používalo se i k rituálním účelům (Burešová & Pavloušek 2015). Vlivem přirozených mutací a dlouhodobé domestikace docházelo u révy vinné ke vzniku různých odrůd (Pavloušek 2007). Podle využití se odrůdy révy vinné rozdělují na odrůdy moštové – pro výrobu vína a odrůdy stolní, vyhledávané jako ovoce (Kutina et al. 1991). Oblíbené jsou i sušené bobule vinné révy – rozinky. Vinice mají v krajině svoje nezaměnitelné kouzlo a cesty do vinařských oblastí se stávají oblíbeným cílem mnoha lidí.

Réva je pěstována hlavně pro své bobule, které obsahují velké množství obsahových látek jako různé antioxidanty, organické kyseliny, třísloviny a flavonoidy. Tyto látky se nicméně nachází také v listech. Nálev z listů se používá zejména v lidovém léčitelství zejména při potížích s cévami a jako účinný antioxidant.

Pěstování vinné révy vyžaduje specifické podmínky stanoviště. Plodnost révy a jakost plodů je ovlivněna mikroklimatickými a půdními podmínkami, orientací ke světovým stranám, nadmořskou výškou a rozdělením srážek (Kraus 2012). Na nedostatek či přebytek vody v půdě pak představuje hlavní problém pro zemědělství na celém světě. Na přísun vody je réva náročná před zráním oček, po odkvětu, při nasazování a růstu bobulí a před zaměknutím. Réva však zároveň nesnáší zamokření půdy. Tento stres se může projevit poškozením membrán, jehož ukazatelem je obsah malondialdehydu, a také může ovlivnit tvorbou sekundárních metabolitů.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Diplomová práce se zaměřila na vliv snížené zálivky u šesti odrůd *Vitis vinifera* L. z hlediska poškození buněčných membrán listů a na tvorbu vybraných skupin sekundárních metabolitů a antioxidační aktivitu enzymů.

Jsou navrženy následující hypotézy práce:

H₀: U měřených parametrů nedojde ke změně v rámci použitých redukováných objemů zálivky u žádné z odrůd.

H₁: Vliv snížené zálivky se projeví změnami v koncentraci sledovaných látek v listech.

H₂: Mezi vybranými odrůdami *Vitis vinifera* L. bude rozdílná odpověď v závislosti na působícím stresu.

3 Literární rešerše

3.1 Réva vinná (*Vitis vinifera* L.)

3.1.1 Botanický popis

Réva vinná (*Vitis vinifera* L.) patří do čeledi révovité (*Vitaceae* Juss.). Druh se rozděluje na dva poddruhy – révu vinnou lesní (*V. vinifera* L., subsp. *sylvestris* (C. C. Gmelin)), planě rostoucí rostlinu a révu vinnou pravou (*V. vinifera* L. subsp. *vinifera*), prastarou kulturní rostlinu, která nemá zcela jasný původ. Někteří autoři uvádí, že pochází z révy vinné lesní, podle jiných se na jejím vzniku podílely dnes již vymřelé třetihorní druhy. Za prvotní vývojové centrum je považováno Středozeší, Blízky východ a Střední Asie. Jedná se o liánu, která se zachycuje úponky. Délka kmene se pohybuje v rozmezí 0,5–3 m, šířka se pohybuje mezi 10–50 cm. Borka se odlučuje v dlouhých pruzích. Letorosty mají žlutohnědou až červenohnědou barvu. Listy jsou okrouhlé, dlanitolaločnaté až dlanitodílné, se 3–5 laloky. Letorosty svrchu olýsávající jsou na rubu pýřité. Květy jsou oboupohlavné, nebo jednopohlavné v bohatých latách, vonné, žlutozelené, korunní lístky bývají asi 5 mm dlouhé (Obrázek 1). Koruna v celku opadá.



Obrázek 1 Květenství révy vinné. (Autor: Patty Skinkis, Oregon State University)

Plody jsou bobule jsou kulovitěho až elipsoidního tvaru, 6–25 mm dlouhé, zelené, žluté, nebo červené až modrofialové barvy, s jedním až třemi hruškovitými semeny. Bobule mají sladkou, nebo kyselou chuť. Počet chromozomů je $2n = 38$ (Koblížek, 1997).

3.1.2 Réva vinná v České republice

V České republice je réva pěstována ve dvou vinařských oblastech, Čechy a Morava. Vinařskou oblast Čechy tvoří dvě podoblasti: Mělnická a Litoměřická. Vinařskou oblast Morava tvoří čtyři podoblasti: Znojenská, Mikulovská, Velkopavlovická a Slovácká. V roce 2022 činila plocha osázených vinic 17 885 ha.

V roce 2020 bylo v ČR zapsáno ve Státní odrůdové knize 77 odrůd vinné révy: moštové bílé – 35 odrůd; moštové modré – 26 odrůd; stolní – 9 odrůd; podnožové – 7 odrůd (Ludvíková et al. 2020). Z celkových 17 885 ha obhospodařovaných vinic jsou nejvíce zastoupené bílé moštové odrůdy a to 73 %, přibližně jednou třetinou jsou zastoupeny moštové odrůdy modré

barvy a zanedbatelný podíl připadá na stolní a podnožové odrůdy, ke kterým lze zařadit i rostliny určené k výzkumu a šlechtění.

Nejpěstovanějšími bílými moštovými odrůdami na území Čech a Moravy byly v roce 2022 'Veltlínské zelené', 'Ryzlink rýnský' a 'Müller Thurgau'. Mezi červenými odrůdami to byly 'Frankovka', 'Svatovavřínecké' a 'Rulandské modré'. K největším vinařským obcím v roce 2022 patřily stejně, jako v předešlých letech Velké Bílovice, Valtice, Čejkovice, Mikulov a Velké Pavlovice (Bublíková 2023).

3.1.3 Réva vinná a nepříznivé faktory

Réva vinná je ovlivňována řadou nepříznivých abiotických faktorů, které dávají prostor pro vznik fyziologickým poruchám. Nejdůležitějším abiotickým faktorem pro správný růst a vývoj je průběh počasí. Proti některým projevům počasí lze révu vinnou chránit, nebo omezit jejich vliv. V některých případech vliv omezit nelze, je tedy důležitá prevence a zmírnění vzniklých poškození. Často jsou fyziologické poruchy způsobeny pěstitelem nesprávnou výživou, kdy se jedná se buď o nedostatek, nebo nadbytek minerálních látek, ale také mohou být způsobeny jejich nevhodným poměrem (Hluchý et al. 1997). Z hlediska praktického vinohradnictví mají největší význam zimní mrazy a sluneční úpal (Pavloušek 2007). Pro většinu odrůd jsou nebezpečné teploty okolo -15 °C, kdy dochází k poškození oček a jednoletého dřeva. Sluneční úpal poškozuje bobule a ty mohou být vstupním místem pro houbovou infekci. Biotickými faktory, které poškozují révu vinnou, jsou bakterie, houby, viry, hmyz a ptáci.

Mezi nejvýznamnější choroby a škůdce řadíme:

- Fytoplazmové žloutnutí a červenání listů révy (*Potato stolbur phytoplasma*), průsobené (*Candidatus Phytoplasma solani* Quaglino et al.);
- plíseň révy (*Plasmopara viticola* Berl. et de Toni);
- padlí révy (*Erysiphe nectator* U. Braun);
- šedá hniloba hroznů révy (*Botrytis cinerea* Pers.);
- hálčivec révový (*Calepitrimerus vitis* Nalepa);
- křísek révový (*Scophoideus titanus* Ball);
- obaleč mramorovaný (*Lobesia botrana* Denis & Schiffermüller);
- obalečík jednopásný (*Eupoecilia ambiguella* Hübner);
- octomilka Suzukiho (*Drosophila suzukii* Matsumura).

Rostliny se před biotickými činiteli chrání pomocí morfoloogických adaptací (schopnost regenerace, trichomy či sklerenchymatická pletiva) a dále biochemických adaptací (tvorba sekundárních metabolitů, fungují jako odpuzovače nebo jsou toxické) (Bosco de Oliviera, 2019).

V rámci šlechtění odrůd se vinaři snaží dosáhnout rezistence vůči některým chorobám. V rámci registračních zkoušek se hodnotí odolnost proti plísni šedé, plísni révy a padlí révy a odolnost proti sprchávání (Ludvíková 2020).

3.2 Závlahový režim

Pěstování zemědělských plodin celosvětově spotřebuje asi dvě třetiny zásob sladké vody na Zemi. Tento fakt způsobuje problém ve spravedlivém rozdělení sladké vody mezi zemědělství a ostatní hospodářská odvětví. Z toho vyplývá, že je voda velmi vzácnou tekutinou a je potřeba s ní hospodařit s rozmyslem (Qiang et al., 2016).

3.2.1 Typy závlah

Pro efektivní využití vody bylo vyvinuto několik typů závlah:

- Podmok;
- přeron;
- výtopa;
- postřik;
- mikrozávlaha.

Závlaha podmokem, přeronom a výtopou se v dnešní době již skoro vůbec nepoužívají, jsou to zastaralé typy závlah a jejich použití je neekonomické a nedochází k efektivnímu zužitkování závlahové vody. Podmok je založen na principu vyoraných brázd, které jsou plněny vodou, která se následně postupně vsakuje. Voda se při podmoku přivádí pomocí nízkotlakého potrubí, nebo závlahovými kanály. Při závlaze přeronom je voda vedena závlahovým kanálem podél zavlažované plochy, která musí být dokonale urovnaná a mít mírný sklon. Vodní hladina je uměle zvýšena zahrazením toku stavidly, až dojde k jejímu přelítí na zavlažovanou plochu. Výtopa se provádí na menších půdních celcích. Voda je shromažďována do výtopových nádrží, ze kterých je vypouštěna na zavlažovaný pozemek a poté vypouštěna zpět do vodního toku.

Závlaha postřikem je spolu s mikrozávlahou považována za nejdokonalejší způsob zavlažování, protože se nejvíce podobá dešti. V České republice se používá jako univerzální způsob řešení závlah, ať se jedná o golfová jamkoviště, parky, sportoviště, okrasné trávníky, nebo využití v zemědělství. Princip mikrozávlahy spočívá v dopravení vody z vodního toku nebo nádrží potrubím a následným rozstříkáváním na zavlažovaný pozemek (Starý et al., 2007).

Mikrozávlahu lze rozdělit na závlahu kapkovou, bodovou a závlahu mikropostřikovači. Do kapkové závlahy se řadí podzemní kapková rohož, nadzemní kapkovací potrubí a pásy. Voda je pravidelně v malých dávkách dodávána přímo ke kořenovému systému rostlin, je tedy minimalizována ztráta vody výparem. Nevýhodou tohoto systému je pevný rozestup děr v kapkovacím potrubí, většinou je to 30 cm. Oproti tomu bodová závlaha se skládá z rozvodného potrubí, z kterého lze dopravit vodu ke kapkovací jehle pomocí hadice, tudíž není třeba dodržovat přesný spon rostlin. Závlaha mikropostřikovači je vhodná, pokud je třeba zavlažit celou plochu pomocí jemného paprsku vody, aby nedošlo k poškození rostlin a závlaha klasickým postřikovačem tedy není vhodná. Kapková závlaha je v dnešní době nejlepší možný způsob, jak dopravit vodu k plodině a používá se jako doplněk k automatickým závlahám v parcích, mobilních nádobách, školkách, k zavlažování keřových a zemědělských výsadeb, nebo solitérních stromů (Starý et al., 2007; Maroušek, 2008).

Na vinicích je vhodné budování doplňkových kapkových závlah. Převážná většina vinic se nachází v aridních oblastech s nízkou hladinou podzemní vody a nedostatek vlhkosti snižuje

asimilaci a zpomaluje vyzrávání hroznů. Zejména od začátku dozrávání do plné zralosti hroznů vznikají velké nároky na dostatek vody (Burg, 2008).

3.2.2 Zdroje závlahové vody

K závlaze jsou nejvhodnější odpadní vody z menších měst a vesnic, kde není rozsáhlý průmysl. Tyto odpadní vody mají vhodné složení a vysoký obsah živin pro rostliny. Nicméně během jejich čištění je zachytávána část živin, tím dochází k jejich ztrátám (Šálek, 2006).

Elbl et al. (2014) uvádí, že komunální odpadní vody, které jsou předčištěné pomocí mechanicko-biologických čističek odpadních vod (ČOV) jsou vhodné pro závlahu zemědělských plodin, jelikož mají širokou škálu využití. Dají se použít jako zdroj závlahové vody u doplňkové závlahy, nebo je lze použít jako zdroj živin při hnojivé závlaze. Problémem je proměnlivá kvalita odpadních vod. Dalšími zdroji závlahové vody jsou podzemní zásoby, artézské studně a povrchová voda.

Povrchovou vodu lze čerpat za podmínek, které stanovuje § 101 zákona 273/2010 Sb. Bezplatně lze čerpat povrchovou vodu do odebraného množství 6000 m³/rok, 500 m³ za jeden měsíc. Bezplatně lze také z povrchových zdrojů čerpat při závlaze záplavou.

3.3 Stres

Ideální podmínky pro růst rostlin lze definovat jako podmínky, za kterých jsou rostliny schopny dosáhnout maximálního růstu a reprodukčního potenciálu (Taiz et al. 2015). Stres je pak nepříznivý stav způsobený stresory a následným spuštěním stresové reakce (Kůdela et al. 2013). Často vzniká v důsledku nerovnováhy, ať už jde o nedostatek či nadbytek běžných životně důležitých faktorů, jako je voda, kyslík nebo světlo. Nejčastějšími stresory rostlin jsou například zaplavení, sucho, nedostatek živin, nadměrné osvětlení nebo nízké teploty (Shabala 2017).

Stres je nicméně pro rostliny běžnou součástí života, a proto se u nich vyvinuly speciální mechanismy pro jeho zvládnutí (Zhu et al. 2011). Vzhledem k tomu, že rostliny nejsou schopny pohybu z místa na místo, nemohou před stresem uniknout a musí být vybaveny účinnými obrannými mechanismy a schopností regenerace. Ta pramení z totipotence buněk rostlin, což je jev, při kterém jsou buňky schopny se přeměnit na typ buněk s jinou funkcí a obnovit poškozené části rostliny (Shabala 2017).

Podle Zhu et al. (2011) je stres v rostlinách komplexním jevem, který významně ovlivňuje jejich fyziologii a životaschopnost. Důkladné studium stresových reakcí a adaptací rostlin na nepříznivé podmínky je důležité pro udržení zdraví rostlinných populací a tím i zlepšení úrody.

Mosa (2017) rozděluje stres několika způsoby:

- dle původu na abiotický a biotický,
- dle vlivu na rostlinu na eu-stres a dis-stres,
- dle délky trvání na krátkodobý a dlouhodobý,
- dle původu stresoru na vnitřní a vnější.

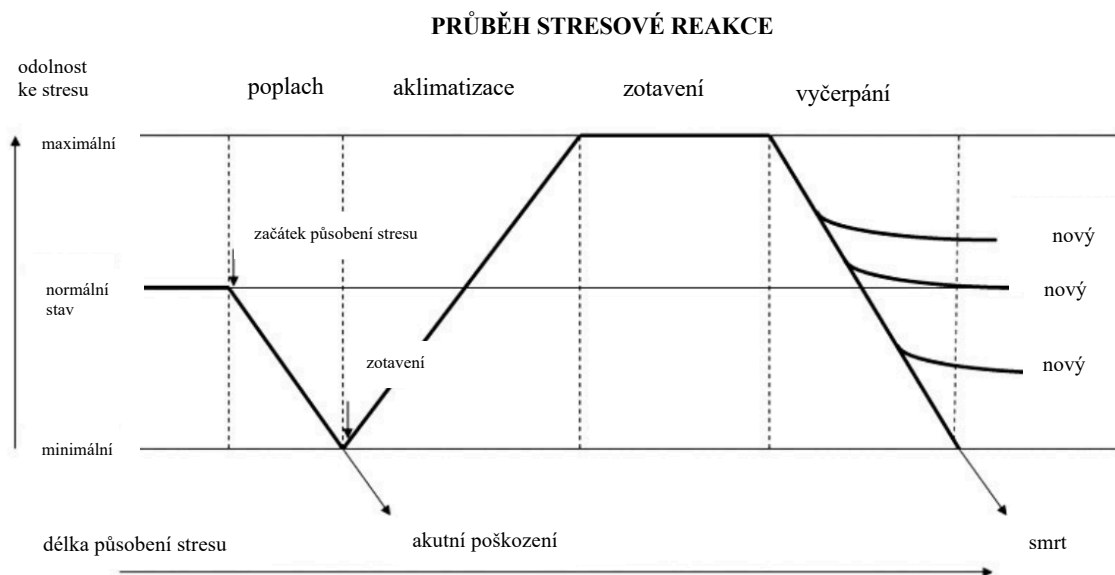
Abiotický stres vzniká v důsledku působení půdních, chemických, fyzikálních, povětrnostních a klimatických podmínek. Abiotickými činiteli jsou světlo, teplota, voda, půda a vzduch. Jsou to faktory, rozhodující o přežití a množení rostlin, popř. jiných organismů, které jsou na rostlinách závislé (Kůdela et al. 2013).

Biotický stres je způsoben činností živých organismů. Lze sem zařadit nejen býložravé živočichy a patogeny, ale také vztahy mezi rostlinami, např. parazitismus, konkurence, alelopatie. Přestože rostliny postrádají adaptivní imunitní systém, mohou biotickým stresům čelit tím, že se u nich vyvinuly určité sofistikované strategie. Obranné mechanismy, které působí proti těmto stresům, jsou řízeny genetickým kódem obsahujícím stovky genů odpovědných za odolnost vůči těmto stresům. Biotický stres je zcela odlišný od abiotického, kdy na rostliny působí výše zmíněné neživé faktory, které mají na rostliny také negativní vliv. O tom, jaký typ biotického stresu může na rostliny působit, rozhoduje i klima v němž rostlina žije, a také schopnost daného druhu rostliny tomuto konkrétnímu typu stresu odolávat. Mnoho biotických stresů ovlivňuje fotosyntézu, protože žravý hmyz snižuje listovou plochu a virové infekce snižují rychlost fotosyntézy na listové ploše (Bosco de Oliviera et al. 2019).

Kosová (2011) popsala průběh stresové reakce ve 4 fázích (Obrázek č. 2):

- poplachová: indukce signálních drah reagujících na stres, silný oxidační stres,
- aklimatizace: syntéza nových proteinů a látek chránících rostlinu před stresem (enzymy likvidující reaktivní formy kyslíku – ROS, antioxidanty (karotenoidy) a prolin),
- zotavení: rozklad proteinů, které chránily rostlinu před stresem, nastolení nové buněčné rovnováhy,
- přežití, nebo smrt z vyčerpání: rostlina se buď vyrovná se stresem a přežije, nebo je zcela vyčerpána a zahyne.

Reakce rostlin na stres závisí na intenzitě a době trvání stresu, na genetických předpokladech rostliny a jejích adaptačních vlastnostech.



Obrázek 2 Průběh stresové reakce. Upraveno dle Kosová (2011).

Fedoroff et al. (2010) uvádí, že sucho, salinita a nevhodné teplotní podmínky jsou hlavními environmentálními faktory, které ovlivňují geografické rozšíření rostliny v přírodě, omezují jejich produktivitu rostlin v zemědělství a ohrožují potravinovou bezpečnost. Nežádoucí účinky těchto abiotických stresorů jsou umocněny vlivem změny klimatu. Předpokládá se, že se s postupem času bude objevovat více extrémů v počasí.

Mosa (2017) rozděluje stres u rostlin z hlediska působení:

- Eu-stres: nezpůsobuje poškození rostlin, i když působí dlouhodobě. Naopak pozitivně působí na přežití a vývoj rostlin, stimuluje jejich fyziologickou aktivitu.
- Dis-stres: způsobuje poškození rostlin. Nastává, pokud stresor přesáhne prahovou hodnotu, kterou nejsou rostliny schopny kompenzovat svým metabolismem. Negativně působí na přežití a vývoj rostlin v daném prostředí.

Adaptace rostlin na stres představuje vnímání stresových signálů a následně přizpůsobení nepříznivému prostředí. Zlepšení odolnosti rostlin vůči stresu je rozhodující pro zemědělskou produktivitu a pro udržitelnost životního prostředí. Plodiny, které nejsou adaptované na stres mají vysoké nároky na vodu a živiny, tím vznikají vysoké nároky na životní prostředí (Zhu, 2002).

Ashraf & Harris (2005) popsali dva mechanismy obrany rostlin před stresem. Pokud se rostlina chrání před jakýmkoli střetnutím se stresem, jedná se o „avoidance mechanismus“. Pokud má rostlina vybudovaný systém aktivní ochrany před negativními dopady stresorů, nazýváme ho „tolerance mechanismus“.

- „Avoidance mechanismus“ je mechanická obrana pasivního charakteru – dostatečné zásoby vody, silná kutikula, impregnace buněčných stěn (ukládáním ligninu, dřevnatěním), poloha listů rostlin v závislosti na denní době a intenzitě slunečního záření, nebo svinování listů při nedostatku vody v okolním prostředí (Kadioglu et al. 2007).
- „Tolerance mechanismus“ se na rostlině projeví podle toho, jak dlouho a v jaké intenzitě na rostlinu stresor působil. Záleží také na genotypu, fenotypu, stádiu vývoje a adaptačních vlastnostech rostliny. Vzhledem k tomu, že na rostliny v přírodě působí více stresových faktorů najednou, reagují na stres odlišně než rostliny v řízených podmínkách (Piterková et al. 2005).

3.4 Voda jako stresový faktor

Nedostatek a nadbytek vody v půdě způsobuje nejvýznamnější globální problémy zemědělství. Pokud je v půdě nedostatek vody, nastává stres ze sucha. Pokud je vody v půdě nadbytek, nebo pokud je půda pod vodou, nastává stres ze zamokření. Často dochází k záměně vln veder a sucha. Vlny trvají řádově týdny, zatímco sucho může přetrvávat měsíce, nebo dokonce roky. Kombinace vln veder a sucha mohou ovlivnit potravinovou bezpečnost (Chang et al. 1987).

3.4.1 Stres z nedostatku vody

Sucho je považováno za ekologickou katastrofu a přitahuje pozornost ekologů, hydrologů, meteorologů, geologů a zemědělců. Obvykle se vyskytuje náhodně, často bez pravidelnosti, během období s nižšími srážkami, která mohou trvat od několika dní až po několik měsíců. Nedostatek srážek v konkrétním časovém rámci a na konkrétním místě je hlavním faktorem vzniku sucha v podmínkách České republiky (chmi.cz). Sucho se vyskytuje ve všech klimatických pásmech. Významnou roli jeho výskytu mají vysoké teploty, silný vítr, nízká relativní vzdušná vlhkost, četnost a intenzita dešťů a rozložení deštivých dnů během roku. Tyto faktory vedou k vyššímu odpařování vody ze zemského povrchu a prohlubují nedostatek vody (Mishra et al. 2010).

Van Loon et al. (2016) rozlišují sucho:

- Hydrologické sucho – závisí na geologickém podkladu, vlastnostech povodí v dané lokalitě a vegetačním pokryvu.
- Sucho v půdní vlhkosti – se nazývá také zemědělské sucho a negativně ovlivňuje zemědělskou úrodu.
- Meteorologické sucho – lze definovat jako nedostatek srážek na vymezeném území za určitou časovou jednotku. Dochází při něm k poklesu hladiny řek, vodních ploch, nebo úrovně podzemní vody.

Sociálně-ekonomické sucho je nedostatek vody pro potřebu lidské společnosti, která potom nedokáže uspokojit své potřeby a tím je ovlivněn ekonomický rozvoj (Ding, 2021). Celkově lze tedy konstatovat, že všechny typy sucha úzce souvisí se suchem meteorologickým.

Yang et al. (2023) uvedli, že pokud na rostlinu působí dlouhodobé sucho, projeví se to na vnějším vzhledu. Rostlina roste velmi pomalu, případně i následně umírá. Za pomoci nově vytvořených metodik se dá sledovat, jak dlouho stres na rostlinu působil a jaký na ni měl vliv. Některé rostliny se dokáží přizpůsobit vlivům suchého prostředí pomocí fenotypové plasticity. Pod vlivem sucha si rostliny rostoucí v prostředí s nedostatkem vody vytvořily v procesu evoluce určité morfologické a strukturální charakteristiky svých orgánů (listy, kořeny atd.), a v rámci těchto charakteristik se ve svém ontogenetickém vývoji adaptovaly na sucho (menší velikost průduchů, průduchy na spodní straně listů, sukulence, růst kořenů do větší hloubky).

Sucho je tedy významným stresorem. Stresy obecně způsobují narušení buněčné redoxní rovnováhy, homeostázy, což může vést k sekundárnímu oxidačnímu stresu a zvýšené produkci reaktivních forem kyslíku (ROS). ROS plní roli signálních molekul za účelem iniciace syntézy enzymů (kataláza, peroxidáza, superoxiddismutáza) i neenzymatických molekul (glutathion, α -tokoferol, karotenoidy), které se účastní antioxidačních reakcí. V době působení abiotického stresu se hladiny ROS mohou dramaticky zvýšit. To vede k významnému poškození buněčných struktur včetně nukleových kyselin a proteinů a v důsledku toho dochází ke změně genetické informace. Tvorba antioxidačních enzymů a neenzymatických molekul nastavuje novou rovnováhu v rostlinném organismu (Król et al. 2014).

Sekundární metabolity, které se za sucha intenzivně syntetizují, fungují právě jako antioxidanty. Jsou obsaženy ve všech buňkách a chrání před oxidací, peroxidací lipidů, denaturací proteinů a poškozením DNA. Environmentální stres může způsobit pokles, nebo

zvýšení obsahu fenolických sloučenin v buňce. Fenolické sloučeniny mohou snižovat hladinu ROS, tvoří komplexy s kovy, které katalyzují oxidační reakce a inhibují aktivitu oxidačních enzymů. Fenolické sloučeniny zahrnují mnoho sekundárních metabolitů, které vykazují antioxidační vlastnosti (Król et al. 2014; Nováček, 2009).

3.4.2 Stres z nadbytku vody

V přirozeném prostředí se rostliny potýkají také s nadbytkem vody. Ten způsobuje řadu fyzikálně–chemických změn vlastností půdy, jako je pH, redoxní potenciál a množství kyslíku. Pokud je v půdě nedostatek kyslíku, jedná se o hypoxii, která způsobuje zpomalení růstu rostlin a uzavírání průduchů. Nepřítomnost kyslíku v půdě se označuje jako anoxie (Ashraf 2012).

Pokud nadbytek vody v půdě přetrvává, mohou se s ním rostliny vypořádat třemi způsoby:

- Mechanismus úniku – zrychlený růst nadzemních částí, tvorba adventivních kořenů a produkce aerenchymu.
- Mechanismus klidu – pomalejší tvorba biomasy, přeměna růstové energie na energii potřebnou k přečkání nepříznivých podmínek (disipace energie).
- Samoregulační kompenzační mechanismus – umožňuje rostlinám využít jejich růstovou schopnost pro urychlení úlevy od stresu (Zhang et al. 2002).

Rostliny rostoucí v zamokřeném prostředí vykazují několik reakcí, jako je omezená vodivost průduchů, rychlost asimilace CO₂, nebo hydraulická vodivost. Dále také rostliny čelí oxidativnímu stresu, který ovlivňuje integritu membrán a snižuje rychlost fotosyntézy. Při dlouhodobém nedostatku kyslíku u rostlin klesá produkce ATP, což má za následek změny v metabolických a vývojových procesech (Ashraf, 2012).

León et al. (2021) uvádí, že některé rostliny zažívají během vývoje období, kdy jsou v trvale zamokřeném prostředí. Dlouhodobé zamokření má sice na rostliny negativní účinky, ale nízká hladina kyslíku je důležitý stresový faktor, který je nezbytný pro určité fenofáze.

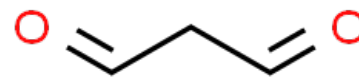
U révy vinné dochází v důsledku dlouhotrvajících dešťů k chlorózám a zpomalení růstu. Pokud srážky přijdou po dlouhém období sucha, praskají bobule. Porušené bobule jsou pak náchylné k napadení patogeny, nejčastěji *B. cinerea* (Šafránková, 2007). Vlivem přívalových srážek dochází také k erozi půdy a následnému obnažení kořenového systému. Kořeny, které jsou postiženy nadbytkem vody černají a rozkládají se v anaerobním prostředí, které je cítit typicky po sirovodíku. Nastávají také situace, kdy odumírá celá rostlina (Wilcox et al. 2015).

3.5 Charakteristika měřených parametrů

Hlavní funkcí antioxidantů je zpomalení oxidace jiných molekul tím, že brání zahájení nebo šíření oxidačních řetězových reakcí volnými radikály a mohou snižovat oxidační poškození buněčných struktur (Ismail et al. 2004).

3.5.1 Malondialdehyd

Malondialdehyd (MDA) je látka produkovaná membránovými lipidy v reakci na ROS. Používá se jako indikátor sucha pro zjištění stupně poškození plazmatické membrány a schopnosti rostlin snášet stres způsobený suchem (Zhang et al. 2021). Jedná se o organickou sloučeninu se sumárním chemickým vzorcem $C_3H_4O_2$ (Obrázek č. 3). Halliwell & Gutteridge (2015) uvádí že se jedná o důležitý vedlejší produkt peroxidace lipidů. Jedná se o proces, kdy nenasyčené mastné kyseliny reagují s volnými radikály a molekulárním kyslíkem za vzniku dalších ROS. Tento mechanismus hraje klíčovou roli v oxidačním stresu, který může být způsoben různými faktory například ultrafialovým zářením oxidačními činidly (O_2 , H_2O_2) a volnými radikály odvozenými od kyslíku (hydroxyl $\bullet OH$ a hydroperoxyl $\bullet OOH$).



Obrázek 3 Vzorec malondialdehydu
(Zdroj: <https://www.chemspider.com>)

MDA vzniká během degradace lipidové a fosfolipidové složky, a tento děj je klíčovým procesem spojeným s oxidačním stresem v buňkách. Peroxidace katalyzovaná volnými radikály rozkládá polynenasycené kyseliny s dlouhým řetězcem za vzniku metabolitů těchto kyselin, které mohou vykazovat toxické účinky v rostlinných pletivech. Degradace membránových lipidů může narušit integritu buněčných membrán, což ovlivňuje jejich permeabilitu, fyzikálně-chemické vlastnosti, transport iontů a živin a signální dráhy iniciované receptory zakotvených v membráně. Všechny tyto procesy mohou vést až k buněčné smrti (Catalá et al. 2016).

MDA pak má úlohu jako biomarker oxidačního stresu v biologických systémech. Vyšší hladiny MDA naznačují zvýšenou peroxidaci lipidů a způsobují poruchy redoxní rovnováhy v buňkách (Ayala et al., 2014). Alché (2019) uvádí, že čím více je rostlina poškozena suchem, tím vyšší je obsah MDA.

3.5.2 Fenolické sloučeniny

Fenolické sloučeniny patří mezi nejvýznamnější sekundární metabolity rostlin. Jedná se o chemické sloučeniny složené z aromatického kruhu (benzenové jádro) s jednou, nebo více hydroxylovými skupinami (-OH). Mohou obsahovat i další substituenty, především metylovou skupinu (-CH₃) (Nováček 1990).

Fenolické sloučeniny mohou inhibovat, nebo oddálit dopad oxidativního poškození tím, že brání vzniku nebo pokračování oxidačních řetězových reakcí za stresových podmínek. Produkce fenolických sloučenin je závislá na dostupnosti minerálních látek. Pokud rostlina strádá, akumulují se fenolické sloučeniny v rostlině. Naopak pokud má rostlina dostatečný přístup k minerálním látkám, které zlepšují růst rostlin a nestresové podmínky, nachází se v rostlinách fenolických sloučenin méně (Keshavarz Mirzamohammadi et al. 2021).

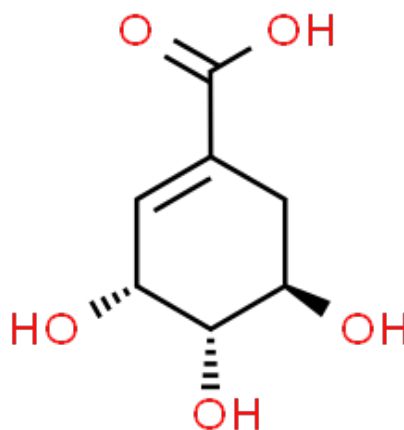
Kumar et al. (2020) uvádí, že fenolické sloučeniny patří mezi hlavní způsoby, jakými se rostlina brání vůči patogenům. Mimo to také slouží jako obrana před abiotickými stresory, jako jsou sucho, salinita a UV záření. Mají i antimikrobiální a antioxidační vlastnosti, které

pomáhají rostlinám vyhýbat se patogenním infekcím a zároveň chrání hlavní pletiva před účinky reaktivních forem kyslíku.

Fenolické sloučeniny tvoří velkou skupinu sloučenin, které lze rozdělit do pěti podskupin: kumariny, ligniny, flavonoidy, fenolické kyseliny a taniny (Gumul et al., 2007).

V syntéze fenolických sloučenin hrají roli dvě hlavní metabolické dráhy: šikimátová a malonátová. Ačkoli je malonátová dráha významná u syntézy fenolických látek v bakteriích a houbách, u vyšších rostlin tak významná není (Hättenschwiler & Vitousek, 2000).

Šikimátová dráha přeměňuje sacharidové prekurzory na aromatické aminokyseliny (fenylalanin, tyrosin a tryptofan) v rostlinách. Pokud na rostlinu nepůsobí žádný stres, spotřebovává se až 20 % uhlíku fixovaného rostlinami v šikimátové dráze. Pokud na rostlinu působí stres, nebo rostlina rychle roste, podíl uhlíku putujícího do šikimátové dráhy je ještě větší. K syntéze aromatických aminokyselin dochází v plastidech. Tři aromatické aminokyseliny a některé meziproducty šikimátové dráhy (např. kyselina šikimová Obrázek 4) jsou exportovány do cytosolu určené k syntéze proteinů a dalších sloučenin. Kromě fenolických sloučenin šikimátová dráha poskytuje také uhlíkové skelety pro mnoho esenciálních sloučenin, jako je například kyselina indol-3-octová, tetrahydrofolát (vitamín B9), kyselina salicylová, rostlinné pigmenty a chinony odpovědné za přenos energie v transportních řetězcích tylakoidů a mitochondrií. Šikimátová dráha se vyskytuje u bakterií, hub a rostlin. U živočichů se nevyvinula, ale enzymy z této dráhy jsou důležité pro vývoj léků (Marchiosi, et al. 2020).



Obrázek 4 Strukturální vzorec kyseliny šikimové (Zdroj: <https://www.chemspider.com>)

3.5.2.1 Fenolické kyseliny

Fenolické kyseliny jsou důležité fenolické látky. Jsou charakterizovány jako heterogenní skupina přírodních látek s aromatickým kruhem s jednou nebo více hydroxylovými a karboxylovými skupinami. V rostlinách se nejčastěji vyskytují fenolické kyseliny odvozené od kyseliny benzoové (např. kys. gallová, kys. salicylová) a kyseliny hydroxyskořicové (kys. kávová, kys. ferulová) (Marchiosi et al. 2020). V listech révy vinné jsou nejvíce zastoupeny zejména kys. kaftarová, kys. kutarová, kys. fertarová (estery různých kyselin s kys. vinnou), kys. gallová a kys. kávová (Goufo et al. 2020).

Tyto metabolity hrají také významnou roli v absorpci živin, syntéze bílkovin, enzymatické aktivitě, fotosyntéze a alelopatii (Bärlocher et al. 2020; Saxena et al. 2012).

3.5.2.2 Flavonoidy

Flavonoidy jsou třídou vodou rozpustných polyfenolických sekundárních metabolitů, které mají podobnou chemickou strukturu. Představují nejpočetnější třídu přírodních fenolických sloučenin. Mezi hlavní třídy flavonoidů řadíme: chalkony, flavanony, dihydroflavonoly a leukokyanidiny, které se vyskytují jako meziproducty a přispívají k syntéze

dalších forem flavonoidů, jako: flavony, isoflavony, flavonoly anthokyany a stilbeny (Rudenko et al. 2023). V listech révy vinné se nachází například flavonoidy jako: quercetin, kempferol a jejich glykosidy (Griesser et al. 2015)

Vyskytují se prakticky v celých rostlinách v závislosti na rostlinném druhu, orgánu, vývojovém stádiu a růstových podmínkách (Filippi et al. 2016). Na stres reagující flavonoidy mají velký potenciál inhibovat tvorbu reaktivních forem kyslíku a snižovat hladiny ROS, jakmile se vytvoří, tj. zastupují antioxidační funkce (Agati 2012).

Po dobu působení stresu ze sucha v rostlinách flavonoidy zachovávají integritu chloroplastové membrány pomocí remodelace lipidů, aby se zabránilo oxidačnímu poškození (Talbi et al. 2020).

3.5.3 Antioxidační kapacita

Volné radikály přirozeně vznikající při aerobním metabolismu se podílejí se na řadě regulačních procesů, jako je buněčná proliferace, apoptóza a genová exprese. Při nadměrné tvorbě mohou volné radikály působit proti obranyschopnosti antioxidačního systému a poškozovat základní stavbu buňky oxidací membránových lipidů, buněčných proteinů, sacharidů, DNA a enzymů. Při oxidačním stresu vznikají cytotoxické sloučeniny (malondialdehyd, 4-hydroxynonenal) které mění redoxní homeostázu, na které je závislé normální fungování buňky (Mandal et al. 2022).

Antioxidační mechanismy omezují poškození, které je způsobené volnými radikály kyslíku (Reactive Oxygen Species – ROS) a také dusíku (Reactive Nitrogen Species – RNS) Tyto metabolické produkty jsou vytvářeny v různých typech rostlinných buněk, včetně chloroplastů, mitochondrií, peroxisomů, endoplazmatického retikula, plazmatické membrány, apoplastu atd. Tvorba ROS je považována za důležitý faktor pro start oxidační signální dráhy v rostlinách, protože tyto molekuly mají rozhodující účinky na růst a vývoj rostlin, reakci na stres a dochází k programování buněčné smrti. Oproti tomu tvorba RNS pro rostliny nepředstavuje takový problém, RNS mají představují pro rostliny také závažné účinky, ale při vzniku RNS jsou aktivovány signální kaskády, kterými jsou spouštěny obranné stresové reakce u rostlin (Mandal et al. 2022).

Rostliny reagují na stres aktivací antioxidačních enzymů nebo produkcí mnoha dalších látek s antioxidačními vlastnostmi, které mají schopnost snižovat hladinu volných radikálů v těle rostliny a tím i negativní dopady stresu. Mezi antioxidační látky patří fenolické sloučeniny, flavonoidy, fenolické kyseliny, vitamíny (vit. C, vit. E) a další (Paulová et al. 2004).

Flavonoidy potlačují tvorbu ROS chelatací mikroprvků, které se podílejí na tvorbě volných radikálů. V případě vitamínu C dochází v oxidativním stresu k redukci H₂O₂ na vodu a monodehydroaskorbový radikál, který bývá redukován ve fotosyntetické složce pomocí volných elektronů (Rudenko et al. 2023). V případě fenolických kyselin se antioxidační aktivita v rostlinách liší podle umístění substituentů na aromatickém kruhu, které jsou schopny přijmout volný radikál a utvořit stabilní sloučeniny (Chen et al. 2020).

4 Metodika

Tato práce byla zaměřena na vliv snížené zálivky u šesti moštových odrůd *Vitis vinifera* L. Bylo sledováno poškození buněčných membrán listů, tvorba vybraných skupin sekundárních metabolitů a antioxidační aktivita extraktů.

4.1 Rostlinný materiál

Pro práci byly použity odrůdy druhu *Vitis vinifera* L. subs. *vinifera* 'Ryzlink rýnský', 'Rulandské modré', 'Tramín červený', 'Müller Thurgau', 'Modrý Portugal' a 'Sauvignon'.

Ampelografickou charakteristiku vybraných odrůd popisuje tabulka č.1, fenologická charakteristika použitých odrůd je uvedena v tabulce č. 2. Pavloušek (2007) charakterizuje použité odrůdy takto:

***V. vinifera* L. 'Ryzlink rýnský' (RR)**

Kříženec 'Heunisch' × 'Tramín'

Nejznámější německá odrůda révy vinné ve světě. Předností této odrůdy je vysoká mrazuvzdornost, menší náchylnost k houbovým chorobám a má nižší nároky na kvalitu půdy. Nevýhodou je pozdní dozrávání této odrůdy a s tím spojené vyšší nároky na polohu stanoviště. Výnos hroznů je středně vysoký, cukernatost moštu je středně vysoká, až vysoká.

***V. vinifera* L. 'Rulandské modré' (RU)**

Kříženec 'Mlynářka' × 'Tramín'

Velmi stará odrůda, která proslavila Burgundsko už v šestém století. Poskytuje velmi jakostní červená vína, ale vyžaduje pěstování v nejlepších podmínkách. Tato odrůda je středně odolná proti napadení plísní šedou (*B. cinerea*). Výnos hroznů této odrůdy je nízký až středně vysoký, cukernatost moštu je vysoká.

***V. vinifera* L. 'Tramín červený' (TR)**

Jedná se o starou odrůdu. Její původ není znám, pravděpodobně pochází z Jižních Tyrol. V odpovídajících polohách poskytuje velmi kvalitní odrůdová vína a je poměrně odolný k plísní šedé. Plodnost této odrůdy je nepravidelná a nižší v porovnání s ostatními odrůdami. Výnos hroznů je nízký, cukernatost moštu je vysoká až velmi vysoká.

***V. vinifera* L. 'Müller Thurgau' (MT)**

Kříženec 'Ryzlink rýnský' × 'Madlenka královská'

Na Moravu byla odrůda přivezena z Německa v roce 1927, první keře byly vysazeny v Mutěnicích. Výhodou této odrůdy je vysoká adaptabilita k přírodním podmínkám a pravidelná plodnost. Mezi nevýhody u této odrůdy řadíme nízkou odolnost vůči mrazu. Odolnost vůči houbovým chorobám je nižší. Výnos hroznů je středně vysoký až vysoký, cukernatost moštu je středně vysoká.

***V. vinifera* L. 'Modrý Portugal' (MP)**

Modrý Portugal se do Evropy rozšířil z Dolního Rakouska a Maďarska. Je nenáročný na stanoviště a půdu. Poskytuje velmi dobrá vína. Odrůda má nižší mrazuvzdornost a vyšší náchylnost k houbovým chorobám. Výnos hroznů je středně vysoký až vysoký, cukernatost moštu je středně vysoká až vysoká.

***V. vinifera* L. 'Sauvignon' (SV)**

Kříženec 'Chenin blanc' × 'Tramín'.

Tato odrůda je vhodná do našich klimatických podmínek. Patří mezi nejjakostnější vína severních vinohradnických oblastí. Je středně odolná proti napadení plísní, padlím a středně odolná proti sprchávání. Výnos hroznů je nízký, cukernatost moštu je vysoká až velmi vysoká.

Tabulka 1 Ampelografická charakteristika použitých odrůd. Zpracováno dle Pavlouška (2009).

ODRŮDA	ZNAK				
	1	2	3	4	5
RR	středně velký	překrytý	menší – střední	husté	válcovité
RU	středně velký	otevřený	menší – střední	husté	kulaté
TR	středně velký	slabě otevřený, nebo mírně překrytý	menší – střední	husté	kulaté – slabě oválné
MT	středně velký	uzavřený	středně velký – velký	středně husté – husté	lehce elipsovité
MP	středně velký – velký	uzavřený	středně velký – velký	středně husté – husté	kulaté
SV	malá – střední	otevřený	menší – střední	husté – velmi husté	kulovité

1 – velikost listu, 2 – otevření řapíkového výkrojku, 3 – velikost hroznů, 4 – uspořádání bobulí v hrozně, 5 – tvar bobulí.

Tabulka 2 Fenologická charakteristika použitých odrůd. Zpracováno dle Pavlouška 2009

ODRŮDA	FENOFÁZE			
	RAŠENÍ	KVETENÍ	ZAMĚKÁNÍ BOBULÍ	ZRÁNÍ
RR	3. dek. dubna	2. dek. června	3. dek. srpna	2. dek. října
RU	2. dek. dubna	1.-2. dek. května	1. dek. srpna	3. dek. září– 1. dek. října
TR	3. dek. dubna	1.-2. dek. června	2. dek. srpna	1. dek. října
MT	3. dek. dubna	2. dek. června	3. dek. července	2.-3. dek. září
MP	2. dek. dubna	1.-2. dek. května	3. dek. července	3. dek. září– 1. dek. října
SV	2.-3. dek. dubna	1. dek. června	2. dek. srpna	1. dekáda října

4.2 Založení pokusu

Pokus byl založen v experimentálním a pokusném skleníku FAPPZ ČZU, Katedry botaniky a fyziologie rostlin s částečně řízenými abiotickými podmínkami (světlo, denní teplota 25 °C a noční teplota 21 °C). V rámci pokusu bylo připraveno pět pokusných variant s různým množstvím závlahy u výše uvedených moštových odrůd révy vinné. Pokus trval po dobu dvou let.

Pravokořenné rostliny získané z pražské Botanické zahrady v Troji, konkrétně z vinice Sv. Kláry, byly pěstovány v pěstebních nádobách o velikosti 11 × 11 cm, jako pěstební médium byl použit perlit. Schéma pokusu bylo rozvrženo na čtyři pokusné varianty a kontrolní variantu. V průběhu experimentu se uskutečnilo pět odběrů rostlinného materiálu 0, 7, 14, 21, a 28 dnů od zahájení pokusu. Kontrolní varianta byla zavlažována předepsaným objemem vody – 120 ml, ostatní varianty dle tabulky 3. Závlaha byla prováděna každé tři dny.

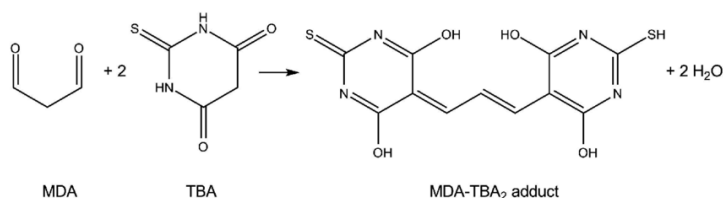
Tabulka 3 Přehled sledovaných variant s uvedeným množstvím závlahy

varianta	objem (ml)
K	120
S1	90
S2	60
S3	30
S4	15

4.3 Analýza obsahových látek

4.3.1 Stanovení celkového obsahu malondialdehydu (MDA)

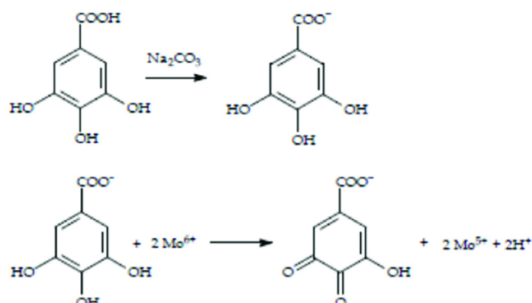
Obsah malondialdehydu (MDA) byl stanoven analýzou podle Du & Bramlage (1992). 0,5 g listu bylo rozmělněno v třecí misce za pomoci tekutého dusíku a extrahováno v 80% ethanolu. Ethanolové extrakty byly odděleny přes filtrační papír. Pro vlastní analýzu bylo pipetováno 0,7 ml vzorku, přidáno 0,7 ml směsi trichloroctové kyseliny s kyselinou thiobarbiturovou, promícháno a následně temperováno při 95 °C po dobu 25 minut. Vzniklá směs byla odstředěna po 1 minutu při teplotě 4 °C a 11000 rpm (otáčky za minutu). Absorbance byla změřena při vlnových délkách 440 nm, 532 nm a 600 nm pomocí UV/VIS spektrofotometru (Evolution 201; Thermo Scientific) a celkový obsah malondialdehydu byl stanoven v nmol/g čerstvé váhy (fresh weight – FW). Průběh chemické reakce ukazuje Obrázek 5.



Obrázek 5 Průběh reakce stanovení MDA v listech. (Autor: Weitner et al. 2016)

4.3.2 Stanovení celkového obsahu fenolických sloučenin (TPC)

Celkový obsah fenolických sloučenin (TPC – total phenolic content) byl analyzován pomocí testu upraveného dle Singleton & Rossi (1965). Objem 50 µl extraktu použitého pro stanovení malondialdehydu byl smíchán s desetkrát zředěným Folin-Ciocalteuovým činidlem a po 5 minutách působení byl přidán 7% roztok Na₂CO₃ a směs doplněna na 2,5 ml destilovanou vodou. Absorbance vzorků byly měřeny při vlnové délce 765 nm po 90 minutách pomocí UV/VIS spektrofotometru (Evolution 201; Thermo Scientific) a celkový obsah fenolů byl stanoven z kalibrační křivky jako ekvivalent kyseliny gallové v mg GAE/g FW použité jako standard. Reakci znázorňuje Obrázek 6.



Obrázek 6 Průběh reakce stanovení celkového obsahu fenolických sloučenin. (Zdroj: Adamiak et al. 2021)

4.3.3 Stanovení celkového obsahu flavonoidů (TFC)

Celkový obsah flavonoidů (TFC – total flavonoids content) byl měřen metodou popsanou Tsanova-Savova et al. (2018). 40 μ l etanolového extraktu ze stanovení MDA bylo smícháno s 5% roztokem NaNO₂, 10 % roztokem AlCl₃ nakonec byl přidán 1 mol/l NaOH. Směs byla změřena proti slepému vzorku při vlnové délce 415 nm pomocí UV/VIS spektrofotometru (Evolution 201; Thermo Scientific) a celkový obsah flavonoidů byl vypočten jako ekvivalent quercetinu v mg QE/g FW použitého jako standard.

4.3.4 Stanovení celkového obsahu fenolických kyselin (PAC)

Stanovení celkového obsahu fenolických kyselin (PAC – phenolic acid content) bylo provedeno podle upravené metodiky z Českého lékopisu 2017. Etanolový extrakt z analýzy malondialdehydu byl smíchán s 0,5 mol/l HCl, Arnovovým činidlem a 1 mol/l NaOH. Vzorky byly měřeny proti slepému vzorku při vlnové délce 490 nm a celkový obsah fenolických kyselin byl stanoven jako ekvivalent kyseliny kávové v mg CAE/g FW použité jako standard.

4.3.5 Stanovení celkové antioxidační kapacity (TAC)

Postup stanovení celkové antioxidační kapacity (TAC – total antioxidant capacity) byl upraven podle Prieto et al. (1999). 10 μ l stejného etanolového extraktu, bylo smícháno s roztokem činidla (0,6 mol/l H₂SO₄, 28 mmol/l Na₃PO₄ a 4 mmol/l (NH₄)₆Mo₇O₂₄). Směs byla zahřívána při 95 °C po dobu 90 minut ve vodní lázni a absorbance vzorků byla odečtena při 695 nm proti slepému vzorku pomocí UV/VIS spektrofotometru (Evolution 201; Thermo Scientific). Celková antioxidační kapacita byla stanovena jako ekvivalent kyseliny askorbové v mg AAE/g FW použité jako standard.

4.4 Zpracování výsledků

Každá varianta u každé odrůdy byla provedena ve třech opakováních a uvedené výsledky jsou průměrem naměřených hodnot z jednotlivých opakování se standardní odchylkou. Výsledky byly zpracovány v programu Microsoft Excel a vyhodnoceny pomocí programu STATISTICA v. 12.0 (StatSoft, Inc. (2013)). Pro vyhodnocení byla použita metoda ANOVA s interakcemi a post-hoc test. Hladina významnosti byla stanovena $\alpha = 0,05$.

5 Výsledky

Výsledky byly získány na základě odběru listů šesti moštových odrůd *Vitis vinifera* L., konkrétně 'Ryzlink rýnský', 'Rulandské modré', 'Tramín červený', 'Müller Thurgau', 'Modrý Portugal' a 'Sauvignon'. Rostlinný materiál byl pěstován v různém závlahovém režimu, jak bylo uvedeno výše (Tabulka 3).

V rámci jednotlivých odrůd jsou hodnoty získané v prvním odběru pro všechny varianty závlivky stejné, jelikož byly analyzovány v listech odebraných v den založení experimentu, kdy studované rostliny nebyly vystaveny redukovanému objemu vody.

Chybové úsečky jsou vyznačeny černou barvou, u odrůd 'Müller Thurgau', 'Modrý Portugal' a 'Sauvignon' jsou však znázorněny odlišnými barvami pro lepší čitelnost.



Obrázek 7 Pokusné rostliny révy vinné (Autor: doc. Ing.František Hnilička, Ph.D.)

5.1 Stanovení celkového obsahu malondialdehydu (MDA)

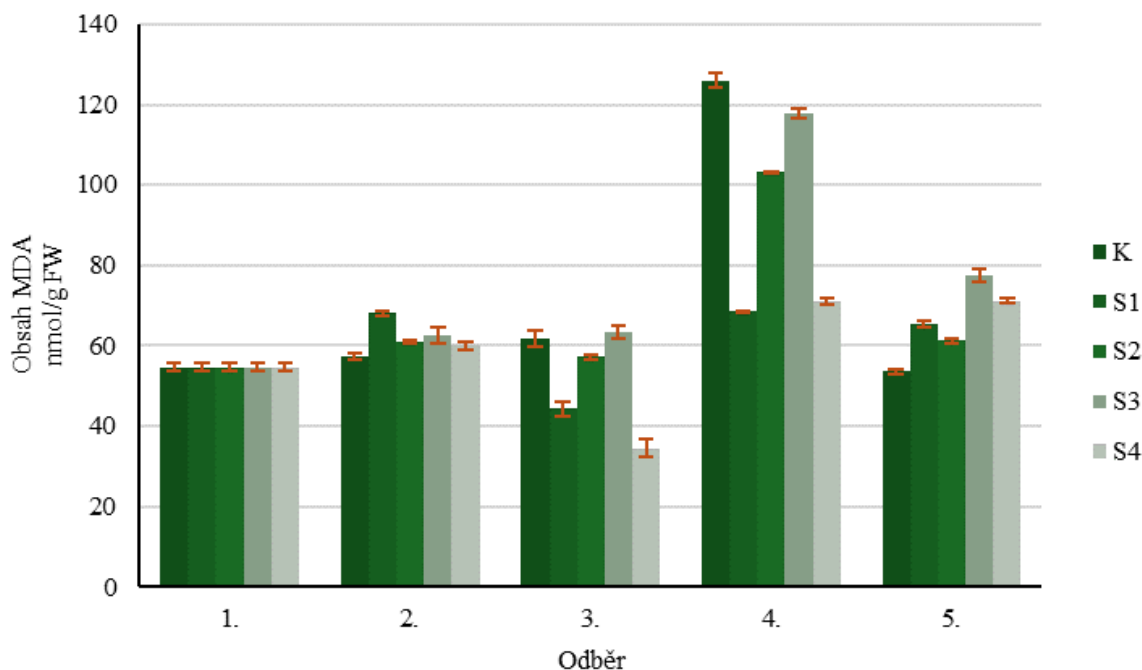
V grafu 1 jsou uvedeny změny obsahu MDA v listech *Vitis vinifera* 'Müller Thurgau'. Vzhledem k tomu, že je hodnota p nižší, než hladina významnosti $\alpha = 0,05$, existuje v daném měření alespoň jeden statisticky významný rozdíl.

V případě rostlin pěstovaných v kontrolních podmínkách byl nejvyšší obsah MDA zjištěn při čtvrtém odběru (125,92 nmol/g FW), naopak nejnižší byl pozorován při pátém odběru na konci pokusu (53,52 nmol/g FW).

V případě rostlin varianty S2 činila nejvyšší hodnota (čtvrtý odběr) 103,35 nmol/g FW, naopak nejnižší hodnota byla pozorována v den zahájení experimentu (54,62 nmol/g FW).

U varianty S3 byl zjištěn obsah MDA 117,74 nmol/g FW při čtvrtém odběru a nejnižší obsah byl zjištěn při založení pokusu, shodně s variantou S2 (54,62 nmol/g).

Variety S1 a S4 měly podobný průběh. Mezi prvním a druhým odběrem je patrný nárůst obsahu MDA, který je vystřídán prudkým poklesem. V případě varianty S1 o 35 % (44,23 nmol/g FW) a u varianty S4 o 42,5 % (34,44 nmol/g FW). Tento pokles vystřídá následný nárůst hodnot a ustálení. Nejvyšší pokles hodnot byl zaznamenán u kontrolní varianty mezi třetím a čtvrtým odběrem (57,50 %).



Graf 1 Změny obsahu MDA v listech u odrůdy 'Müller Thurgau' [nmol/g FW] v závislosti na objemu závlivky a čase
 $F = 311,90$; $p < 0,05$

Graf 2 ukazuje změny množství MDA v listech odrůdy 'Sauvignon'. V případě statistického šetření bylo zjištěno, že hodnota p má nižší hodnotu, než hladina významnosti $\alpha = 0,05$, tudíž v tomto měření existuje alespoň jeden statisticky významný rozdíl.

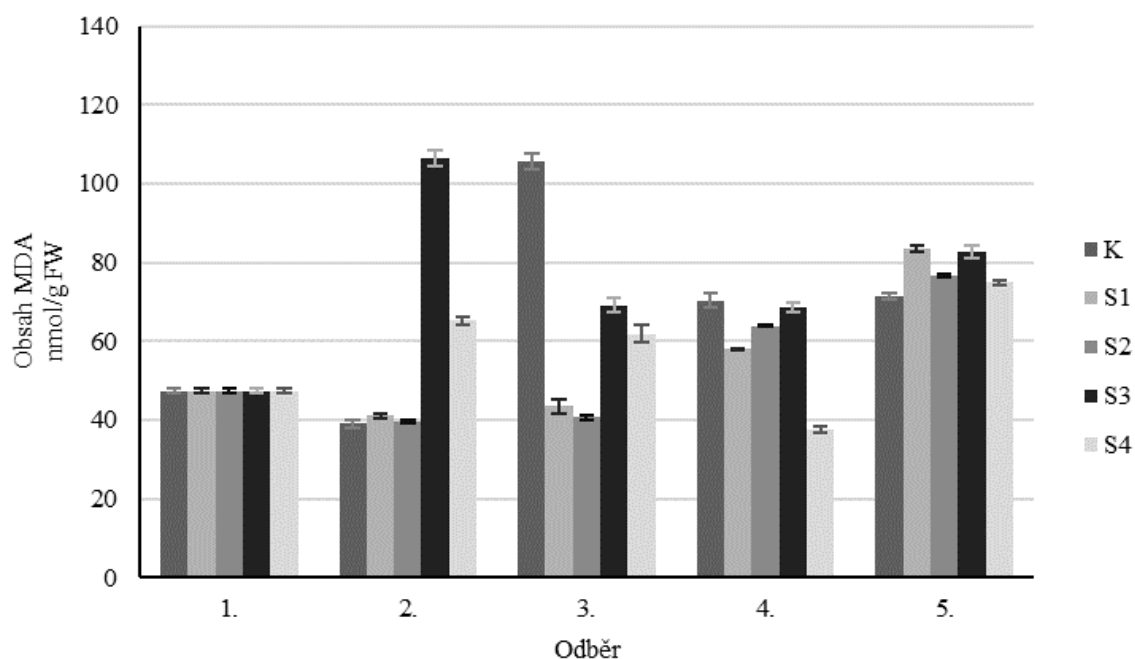
U rostlin v kontrolních podmínkách je patrný pokles mezi prvním a druhým odběrem, až na nejnižší hodnotu zjištěnou u této varianty (38,97 nmol/g FW). Při třetím odběru byl tento pokles vystřídán nárůstem na hodnotu 105,63 nmol/g FW. Při čtvrtém byla naměřena hodnota 71,39 nmol/g FW, která se při pátém odběru příliš neměnila.

U rostlin varianty S1 byl při druhém odběru zjištěn mírný pokles obsahu MDA (41,15 nmol/g FW). Při dalších odběrech se množství MDA mírně zvyšovalo až na konečných 83,43 nmol/g FW při pátém odběru.

Podobný průběh byl pozorován i u rostlin ve variantě S2. Zde také nastal mírný pokles obsahu MDA během druhého měření (39,41 nmol/g FW). Od třetího odběru je možné sledovat nárůst obsahu MDA až na hodnotu 76,22 nmol/g FW zjištěnou na konci měření.

U varianty S3 došlo k viditelnému nárůstu koncentrace MDA už u druhého odběru, a to o 124,2 % (106,27 nmol/g FW). Tento nárůst byl však při třetím odběru vystřídán poklesem (69,04 nmol/g FW). Ve srovnání se čtvrtým odběrem se ale na konci pokusu přítomnost MDA opět zvýšila, a to až na 82,58 nmol/g FW.

Také u rostlin varianty S4 došlo ke zvýšení obsahu MDA u druhého odběru (65,22 nmol/g FW). Během následujících dvou odběrů obsah MDA klesal až na 37,70 nmol/g FW. Tento pokles vystřídal v závěru nárůst o 98,9 % na nejvyšší hodnotu u této varianty (74,99 nmol/g FW).



Graf 2 Změny obsahu MDA v listech u odrůdy 'Sauvignon' [nmol/g FW] v závislosti na objemu záливky a čase
 $F = 577,53$; $p < 0,05$

V grafu 3 jsou znázorněny změny koncentrace MDA v listech u variety 'Modrý Portugal'. Statistickým šetřením bylo zjištěno, že hodnota p je nižší, než hladina významnosti $\alpha = 0,05$, mezi naměřenými hodnotami tak existuje statisticky významný rozdíl.

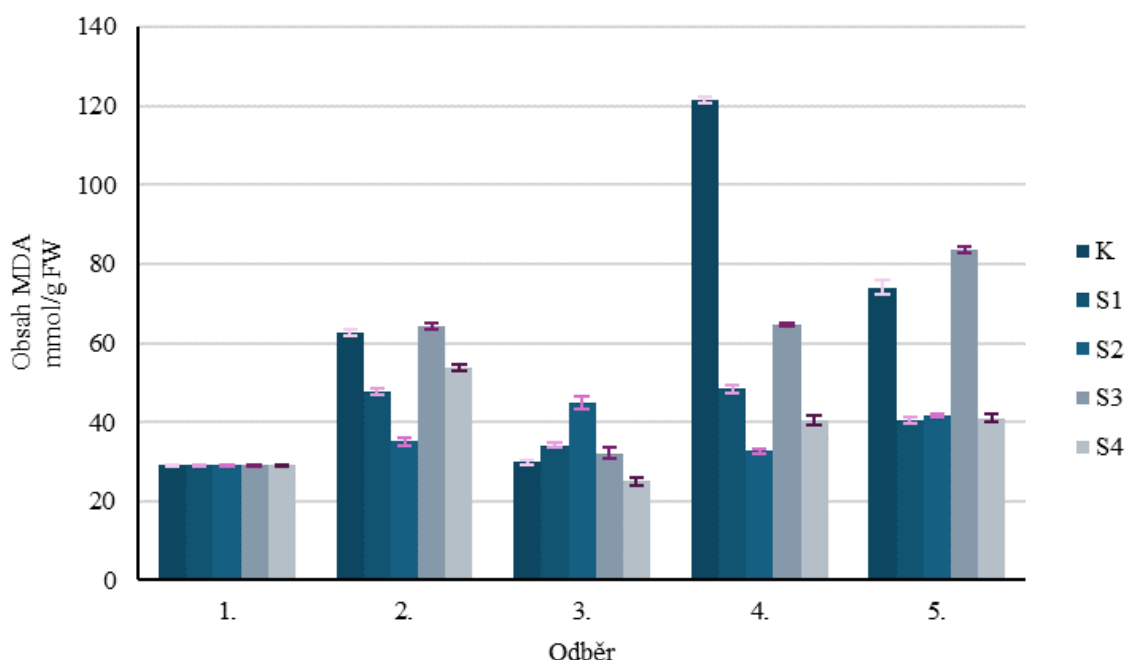
U všech pokusných variant došlo k nárůstu obsahu MDA v listech mezi prvním a druhým odběrem.

U varianty S1 bylo pozorováno kolísání přítomnosti MDA v rámci celého měření. Mezi prvním a druhým odběrem vzrostl obsah MDA o 61,12 % (47,76 nmol/g FW). Při třetím měření byl tento nárůst vystřídán poklesem obsahu MDA (34,16 nmol/g FW). Při čtvrtém odběru došlo ke zvýšení obsahu malondialdehydu (48,34 nmol/g FW) a k následnému poklesu (40,62 nmol/g FW) na konci měření.

V případě varianty S2 obsah stoupal až do třetího odběru. Množství MDA vzrostlo od začátku měření o 54,3 % (44,91 nmol/g FW). Při čtvrtém odběru došlo k poklesu téměř na hodnotu prvního odběru (32,71 nmol/g FW). Na konci experimentu byl obsah malondialdehydu 83,47 nmol/g FW.

Rostliny rostoucí v podmínkách kontrolní zálivky vykazovaly při prvních třech měřeních podobný průběh změn zastoupení MDA jako rostliny varianty S3. U kontrolní varianty došlo mezi třetím a čtvrtým odběrem ke zvýšení obsahu MDA o 305,6 % (121,45 nmol/g FW) a následnému snížení (74,14 nmol/g FW) zjištěného u posledního odběru. V případě varianty S3 množství MDA stouvalo mezi třetím a pátým odběrem až na nejvyšší naměřenou hodnotu u této varianty (83,47 nmol/g FW).

Měření obsahu MDA u varianty S4 mělo obdobný průběh jako u S1. Maximální hodnota byla naměřena při druhém odběru (53,81 nmol/g FW) a nejnižší hodnota, 24,97 nmol/g FW, byla naměřena u třetího odběru.



Graf 3 Změny obsahu MDA v listech u odrůdy 'Modrý Portugal' [nmol/g FW] v závislosti na objemu zálivky a čase
 $F = 902,11$; $p < 0,05$

Graf 4 demonstruje změny obsahu MDA v listech odrůdy 'Rulandské modré'. Hodnota p je nižší, než hladina významnosti $\alpha = 0,05$, z toho opět vyplývá, že zde existuje alespoň jeden statisticky významný rozdíl.

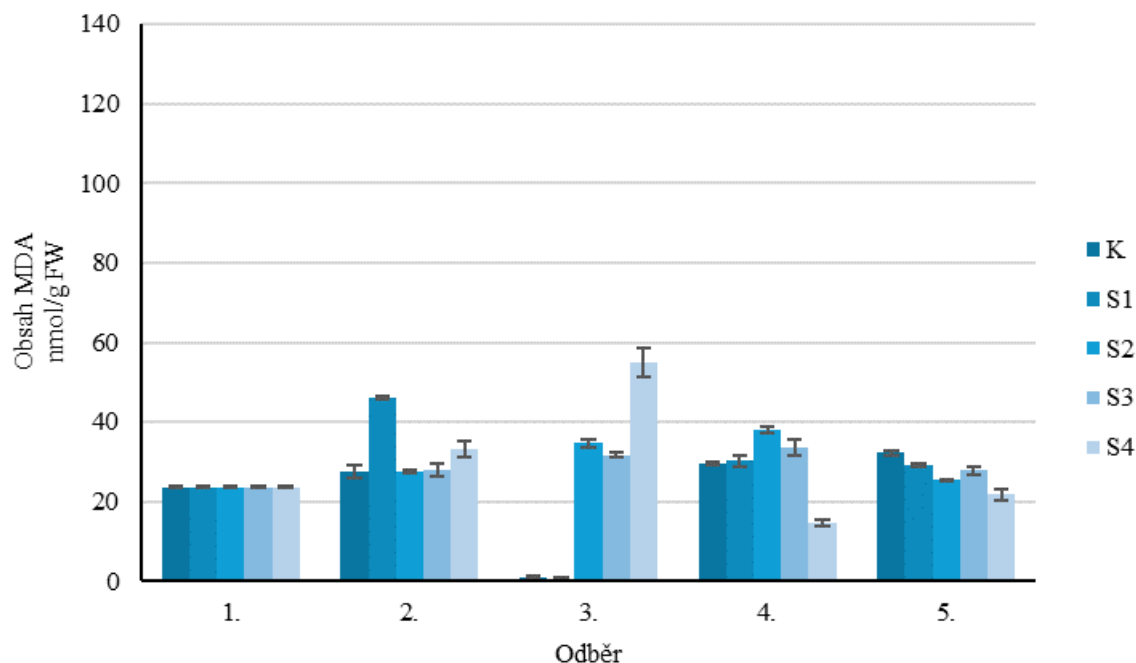
V případě varianty S1 byl naměřen nejvyšší obsah malondialdehydu ve druhém odběru (37,32 nmol/g FW). Mezi druhým a třetím odběrem došlo k výraznému poklesu obsahu MDA o 98,4 % (0,74 nmol/g FW), což je nejnižší naměřená hodnota během celého měření. Tento pokles vystřídal nárůst obsahu na hodnotu 30,32 nmol/g FW a množství MDA se ke konci experimentu příliš nezměnilo.

U rostlin rostoucích v kontrolních podmínkách byl pozorován podobný průběh, jako v případě varianty S1. Mezi prvním a druhým odběrem se obsah MDA příliš nezměnil (27,54 nmol/g FW), poté však došlo k výraznému poklesu o 96 % (1,11 nmol/g FW). Při čtvrtém odběru tento pokles vystřídal nárůst na obsah 29,58 nmol/g FW, který se udržel až do konce sledovaného období.

U varianty S2 se v průběhu prvních čtyř odběrů se zastoupení MDA postupně zvyšovalo až na 38,04 nmol/g FW. V pátém měření došlo k poklesu na hodnotu 25,36 nmol/g FW.

Varianta S3 se chovala podobně, jako varianta S2. Obsah MDA stoupal od začátku měření až do čtvrtého odběru (33,71 nmol/g FW). Nejnižší obsah u této varianty byl naměřen na konci pokusu (27,76 nmol/g FW).

Z grafu je patrné, že u varianty S4 byl nejvyšší obsah při třetím odběru (54,88 nmol/g FW). Nejnižší hodnota byla naměřena při čtvrtém odběru (14,67 nmol/g FW).



Graf 4 Změny obsahu MDA v listech u odrůdy 'Rulandské modré' [nmol/g FW] v závislosti na objemu závlivky a čase
 $F = 332,78$; $p < 0,05$

Graf 5 popisuje změny obsahu MDA v listech *V. vinifera* 'Tramín červený'. Hodnota p je nižší, než hladina významnosti $\alpha = 0,05$, to znamená, že zde existuje alespoň jeden statisticky významný rozdíl.

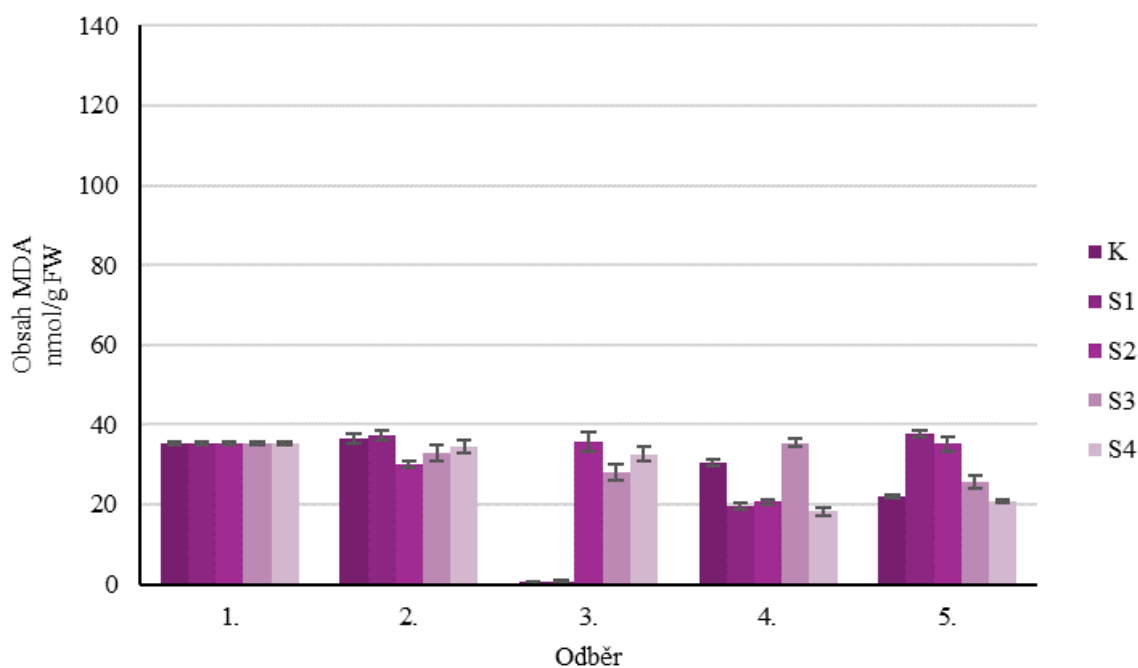
U rostlin rostoucích v kontrolních podmínkách se obsah MDA v prvních dvou odběrech téměř nelišil. Ve třetím odběru došlo k výraznému poklesu (0,66 nmol/g FW). Mezi třetím a čtvrtým odběrem se obsah malondialdehydu zvýšil na 30,56 nmol/g FW. Při pátém odběru obsah MDA klesl o 28,4 % na 21,88 nmol/g FW.

U varianty S1 byl pozorován nárůst obsahu MDA mezi prvním a druhým odběrem (37,32 nmol/g FW). Při třetím odběru nastal prudký pokles obsahu o 98,3 % (0,65 nmol/g FW). Poté obsah MDA stoupal až do konce pokusu a dosáhl téměř shodné hodnoty, jako v případě druhého odběru (37,63 nmol/g FW).

V případě varianty S2 došlo mezi prvním a druhým odběrem k poklesu obsahu MDA (30,09 nmol/g FW). Při třetím měření byl tento pokles vystřídán zvýšením obsahu o 18,6 % na nejvyšší hodnotu naměřenou u této varianty (35,68 nmol/g FW). Při čtvrtém odběru došlo k poklesu o 42,2 % na nejnižší naměřenou hodnotu u této varianty (20,62 nmol/g FW). Při posledním odběru se obsah MDA vrátil na hodnoty shodné s třetím odběrem (35,21 mol/g FW).

U varianty S3 byl zaznamenán postupný pokles mezi prvním a třetím odběrem o 20,4 % (28,08 nmol/g FW). Tento pokles byl ve čtvrtém odběru vystřídán nárůstem obsahu MDA na hodnotu 35,44 nmol/g FW, která je nejvyšší naměřenou hodnotou u této varianty. Nejnižší hodnota byla zjištěna při pátém odběru (25,67 nmol/g FW).

V případě varianty S4 se obsah MDA postupně snižoval až do čtvrtého odběru (18,24 nmol/g FW). Nejvýraznější pokles je patrný mezi třetím a čtvrtým odběrem, kdy obsah MDA klesl o 44,1 % (18,27 nmol/g FW). Poté se obsah malondialdehydu v listech této odrůdy až do konce experimentu příliš neměnil.



Graf 5 Změny obsahu MDA v listech u odrůdy 'Tramín červený' [nmol/g FW] v závislosti na objemu závlivky a čase
 $F = 198,33$; $p < 0,05$

Z grafu 6 je patrné, jak se měnil obsah MDA u odrůdy 'Ryzlink rýnský' v závislosti na různém objemu zálivky. Při statistickém šetření vyšla hodnota p nižší, než hladina významnosti $\alpha = 0,05$, to znamená, že u této odrůdy existuje minimálně jeden statisticky významný rozdíl.

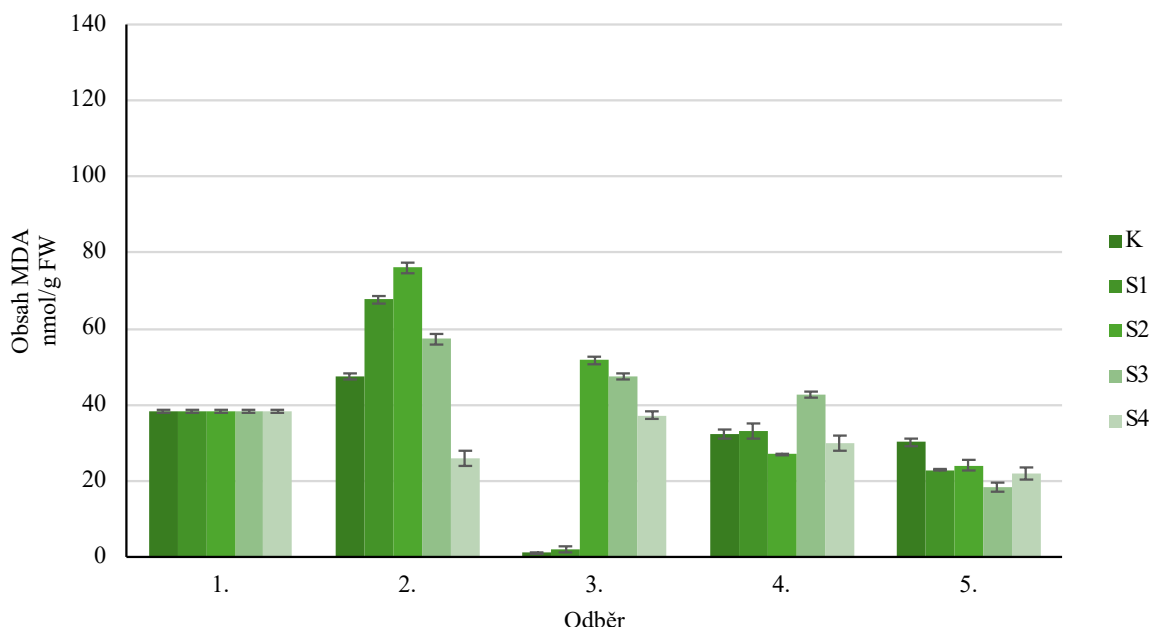
U kontrolní varianty došlo při druhém odběru ke zvýšení obsahu MDA (47,47 nmol/g FW), což je nejvyšší hodnota naměřená u této varianty. Mezi druhým a třetím odběrem došlo k poklesu MDA o 98 % na nejnižší naměřenou hodnotu u této sledované varianty (0,97 nmol/g FW). Po tomto poklesu byl zjištěn nárůst na hodnotu 32,24 nmol/g FW naměřenou při čtvrtém odběru a až do konce pokusu tato hodnota zůstala podobná.

U varianty S1 byl naměřen nejvyšší obsah MDA při druhém odběru (67,7 nmol/g FW). Nejnižší hodnota byla naměřena stejně, jako v případě kontrolní varianty, při třetím odběru (1,86 nmol/g FW), tento pokles činil 97,3 %. Při čtvrtém odběru došlo u této varianty, stejně jako u kontrolní varianty, ke zvýšení obsahu MDA (33,08 nmol/g FW). Do konce měření se obsah malondialdehydu u varianty S1 snížil na hodnotu 22,84 nmol/g FW.

Varianta S2 vykazovala nejvyšší nárůst MDA o 98,6 % ve druhém termínu měření (76,00 nmol/g FW). Nárůst byl vystřídán postupným poklesem až do čtvrtého měření (26,92 nmol/g FW), na konci pokusu byl obsah MDA 24,07 nmol/g FW.

U varianty S3 byl naměřen nejvyšší obsah MDA při druhém měření (57,22 nmol/g FW), stejně jako již u dříve zmíněných variant. Od druhého měření až do konce pokusu obsah malondialdehydu postupně klesal. Nejnižší hodnota byla naměřena při pátém odběru (18,30 nmol/g FW).

U varianty S4 došlo mezi prvním a druhým odběrem k poklesu obsahu MDA o 32,4 %. Tento pokles vystřídala nárůst na nejvyšší naměřenou hodnotu 37,2 nmol/g FW, získanou při třetím odběru. Poté obsah malondialdehydu postupně klesal až do konce sledovaného období (21,93 nmol/g FW).



Graf 6 Změny obsahu MDA v listech u odrůdy 'Ryzlink rýnský' [nmol/g FW] v závislosti na objemu zálivky a čase
 $F = 467,16$; $p < 0,05$

Graf 7 demonstruje rozdílný vliv zálivky na obsah MDA v listech sledovaných odrůd. Také v tomto případě byla získána hodnota p nižší, než hladina významnosti $\alpha = 0,05$, což znamená, že zde existuje alespoň jeden statisticky významný rozdíl.

Z grafu vyplývá, že u odrůdy 'Müller Thurgau' byl nejnižší obsah MDA u varianty S4 (59,14 nmol/g FW). Naopak nejvyšší naměřený obsah byl naměřen u varianty S3 (80,27 nmol/g FW).

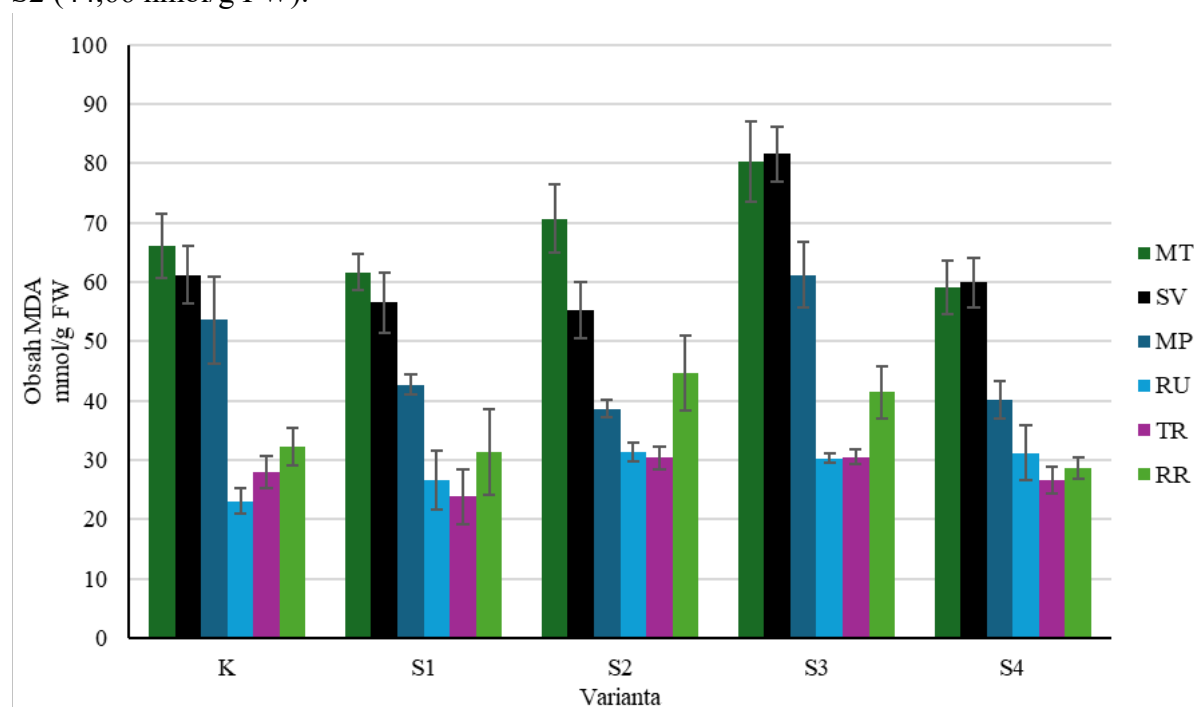
U odrůdy 'Sauvignon' byly naměřeny nejnižší hodnoty u varianty S2 (55,19 nmol/g FW) a nejvyšší hodnoty vykazovala varianta S3 (81,60 nmol/g FW).

Odrůda 'Modrý Portugal' nejlépe snášela variantu zálivky S2 (38,61 nmol/g FW), naopak nejcitlivěji reagovala na zálivku varianty S3 (61,18 nmol/g FW).

Odrůda 'Rulandské modré' nejlépe snášela zálivku v kontrolních podmínkách (23,07 nmol/g FW). Nejvyšší obsah MDA byl naměřen u varianty S2 (31,13 nmol/g FW). Rozdíl mezi těmito dvěma variantami činí 34,9 %.

Odrůda 'Tramín červený' měla nejnižší hodnoty MDA u varianty S1 (23,80 nmol/g FW), naopak nejhůře z hlediska peroxidace lipidů reagovala na zálivku u varianty S3 (30,50 nmol/g FW). Rozdíl mezi těmito variantami je 28,2 %.

Odrůda 'Ryzlink rýnský' vykazovala nejnižší hodnoty MDA u rostlin, které rostly ve variantě S4 (28,70 nmol/g FW), naopak největší produkce malondialdehydu nastala u varianty S2 (44,66 nmol/g FW).



Graf 7 Rozdíly obsahu MDA v závislosti na odrůdě a objemu zálivky [nmol/g FW]
 $F = 380,91$; $p < 0,05$

5.2 Stanovení celkového obsahu fenolických sloučenin (TPC)

Z grafu 8 je patrné, jaký vliv měl snížený objem závlivky na obsah TPC v listech *V. vinifera* 'Müller Thurgau'. Ze statistického šetření je zřejmé, že hodnota p je nižší, než hladina významnosti $\alpha = 0,05$, to znamená, že u této odrůdy existuje minimálně jeden statisticky významný rozdíl.

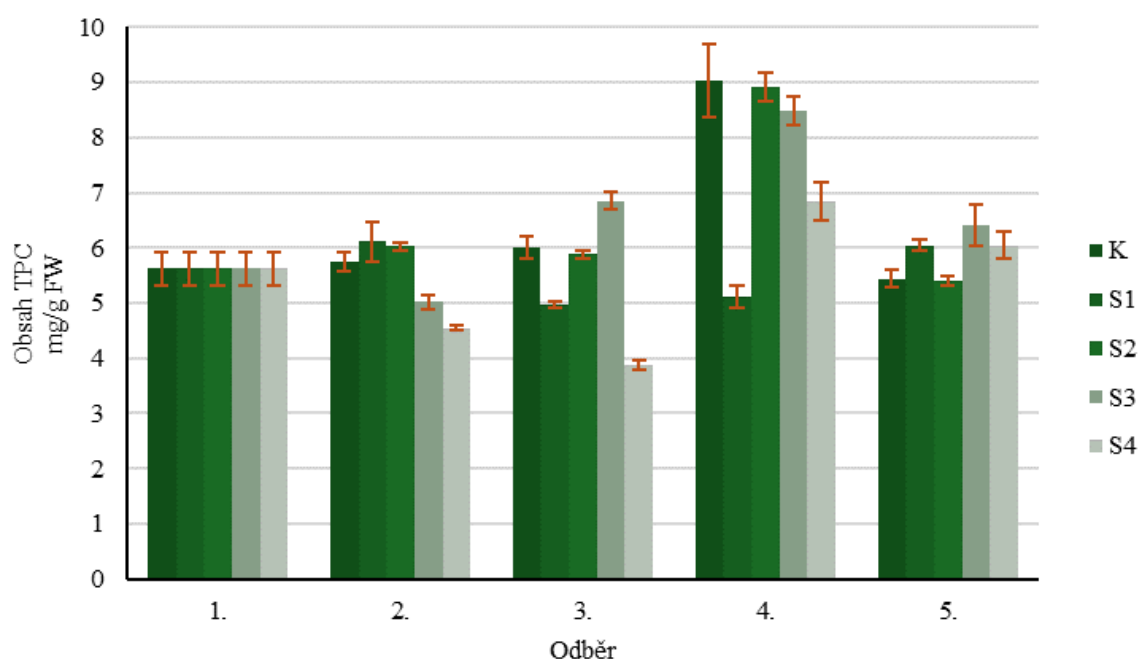
U rostlin rostoucích v kontrolní variantě je patrný postupný nárůst TPC až do třetího odběru (6,02 mg/g FW), při čtvrtém dochází k prudkému zvýšení o 52,2 % (9,03 mg/g FW). Tento nárůst byl při pátém odběru vystřídán poklesem obsahu o 39,8 %, na nejnižší hodnotu naměřenou u rostlin z kontrolní varianty (5,44 mg/g FW).

Hodnoty naměřené u varianty S1 byly obdobné. Nejvyšší hodnota byla naměřena při druhém odběru (6,12 mg/g FW) a nejnižší hodnota byla zjištěna u třetího odběru (4,96 mg/g FW). Potom obsah TPC postupně rostl až na hodnotu 6,05 mg/g FW, zjištěnou při pátém odběru.

Hodnoty naměřené u varianty S2, byly podobné jako u rostlin z kontrolní varianty. Nejvyšší hodnota byla naměřena při čtvrtém odběru (8,92 mg/g FW) a nejnižší byla zaznamenána při pátém odběru (5,40 mg/g FW).

V rostlinách rostoucích ve variantě S3 došlo mezi prvním a druhým měřením ke snížení obsahu TPC až na hodnotu 5,02 mg/g FW. V průběhu třetího a čtvrtého odběru se obsah TPC zvýšil o 68,9 % na hodnotu 8,48 mg/g FW. V posledním odběru množství fenolických látek v listech révy kleslo na hodnotu 6,41 mg/g FW.

U varianty S4 od prvního odběru (5,62 mg/g FW) do třetího odběru obsah TPC klesl o 31,1 % na hodnotu 3,87 mg/g FW. Tento pokles je následován zvýšením obsahu TPC zjištěném při čtvrtém měření (6,85 mg/g FW). Při pátém odběru obsah TPC mírně klesl na hodnotu 6,05 mg/g FW.



Graf 8 Změny obsahu TPC v listech u odrůdy 'Müller Thurgau' [mg GAE/g FW] v závislosti na objemu závlivky a čase
 $F = 33,98$; $p < 0,05$

Z grafu 9 je patrné, jak se měnil obsah TPC v listech odrůdy 'Sauvignon'. Z výsledku statistického testu je patrné, že hodnota p je nižší, než hladina významnosti $\alpha = 0,05$, tudíž u této odrůdy existuje minimálně jeden statisticky významný rozdíl.

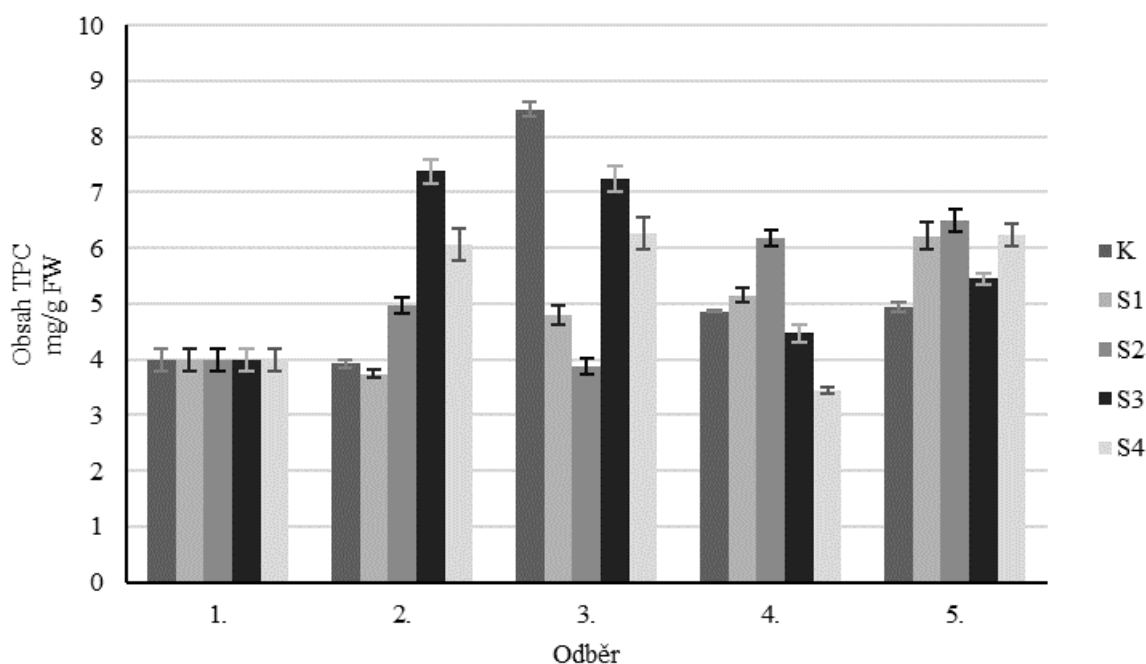
U rostlin rostoucích v kontrolní variantě se mezi prvním (4,00 mg/g FW) a druhým (3,93 mg/g FW) odběrem se obsah TPC téměř nezměnil. Mezi druhým a třetím odběrem došlo k navýšení obsahu TPC na 8,49 mg/g FW. Při čtvrtém odběru obsah fenolických sloučenin klesl na 4,87 mg/g FW, analogické hodnoty byly zjištěny i u pátého odběru (4,95 mg/g FW).

Rostliny v závlahové variantě S1 vykazovaly mezi prvním a druhým odběrem pokles fenolických látek (3,75 mg/g FW). Ten byl vystřídán postupným nárůstem množství TPC zaznamenaným v průběhu celého měření na nejvyšší hodnotu 6,22 mg/g FW.

Oproti tomu u varianty S2 došlo ke zvýšení obsahu TPC při druhém odběru (4,97 mg/g FW). Při třetím odběru klesl obsah TPC na podobnou hodnotu, jakou měla kontrolní varianta na začátku pokusu (3,87 mg/g FW). Od třetího odběru až do ukončení pokusu se obsah TPC u této varianty postupně zvyšoval až na hodnotu (6,49 mg/g FW).

U varianty S3 došlo mezi prvním a druhým odběrem k největšímu nárůstu TPC ze všech sledovaných variant. Obsah fenolických látek vzrostl o 84,5 % na hodnotu (7,38 mg/g FW). Tento nárůst vystřídala pokles obsahu až na 6,17 mg/g FW zaznamenaný ve čtvrtém odběru. V pátém odběru se obsah TPC zvýšil (6,49 mg/g FW).

Varianta S4 měla velmi podobný průběh, jako varianta S3. Nejvyšší hodnota byla naměřena při třetím odběru (6,27 mg/g FW) a nejnižší hodnota byla zaznamenána při čtvrtém (3,44 mg/g FW).



Graf 9 Změny obsahu TPC v listech u odrůdy 'Sauvignon' [mg GAE/g FW] v závislosti na objemu závlahy a čase
 $F = 6,87$; $p < 0,05$

Graf 10 znázorňuje změny obsahu TPC v listech genotypu 'Modrý Portugal'. Statistická analýza ukázala že $p = 0,01 < \alpha = 0,05$, z toho vyplývá, že zde existuje velmi významný statistický rozdíl.

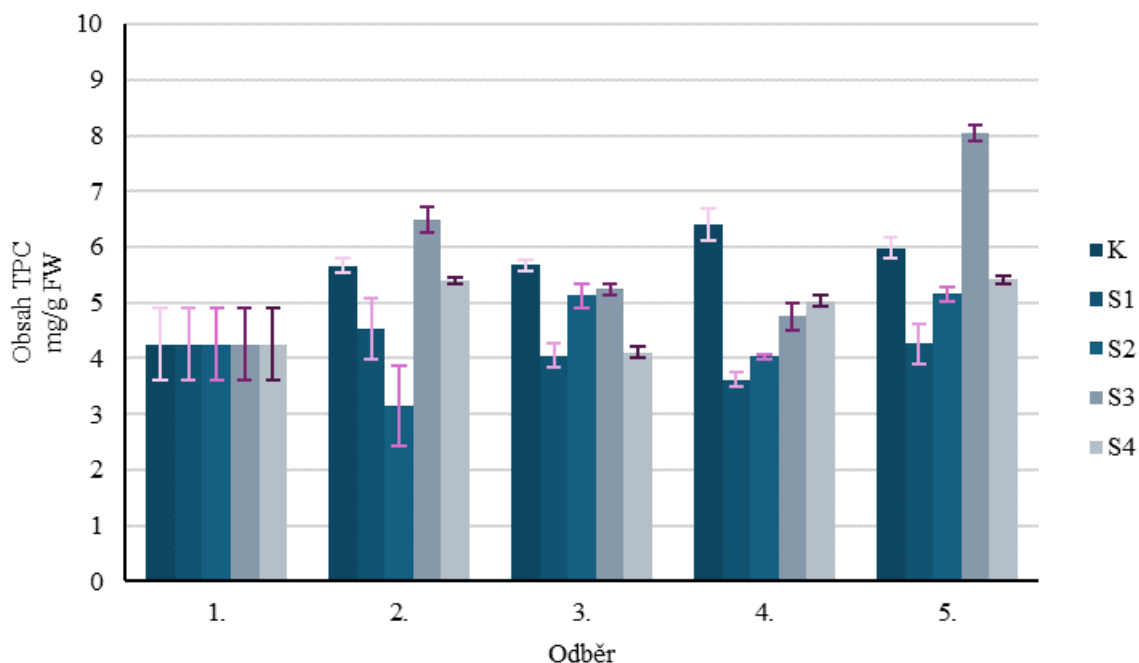
U rostlin z kontrolních podmínek obsah TPC postupně rostl z počáteční naměřené hodnoty (4,25 mg/g FW) až do čtvrtého odběru, kdy byl naměřen nejvyšší obsah TPC u této varianty (6,40 mg/g FW). Do pátého odběru se obsah TPC snížil na hodnotu 5,99 mg/g FW.

U varianty S1 byla zjištěna nejvyšší hodnota obsahu TPC u druhého odběru (4,45 mg/g FW). Poté došlo k poklesu o 18,7 % na hodnotu 3,62 mg/g FW, naměřenou při čtvrtém odběru. V pátém odběru se obsah TPC opět zvýšil (4,27 mg/g FW).

Rostliny se zálivkou S2 vykazovaly při druhém odběru nejnižší obsah TPC (3,15 mg/g FW) ze všech sledovaných variant. Mezi druhým a třetím odběrem se však obsah fenolických látek zvýšil o 62,9 % na nejvyšší naměřenou hodnotu (5,13 mg/g FW). V následujícím odběru TPC klesl, ale při pátém bylo celkové množství fenolických látek opět podobné jako v případě třetího odběru.

U varianty S3 došlo mezi prvním a druhým odběrem k nárůstu TPC o 51,8 % na hodnotu 6,45 mg/g FW. Poté až do čtvrtého odběru klesl obsah fenolických látek na hodnotu 4,75 mg/g FW. V posledním odběru byl zaznamenán nárůst TPC o 69,1 % (8,03 mg/g FW).

U varianty S4 se obsah TPC v druhém odběru zvýšil na hodnotu 5,39 mg/g FW. Mezi druhým a třetím odběrem došlo k poklesu TPC o 23,7 %. Poté se obsah fenolických látek znovu zvyšoval až do konce sledovaného období na hodnotu (5,42 mg/g FW).



Graf 10 Změny obsahu TPC v listech u odrůdy 'Modrý Portugal' [mg GAE/g FW] v závislosti na objemu zálivky a čase
 $F = 1,55$; $p < 0,05$

Z grafu 11 je patrné, jak se vyvíjel obsah TPC v listech odrůdy 'Rulandské modré' v závislosti na objemu závlivky a čase. Statistická metoda ukázala, že $p = 0,00 < \alpha = 0,05$, lze tedy konstatovat, že v tomto souboru dat existuje statisticky významný rozdíl.

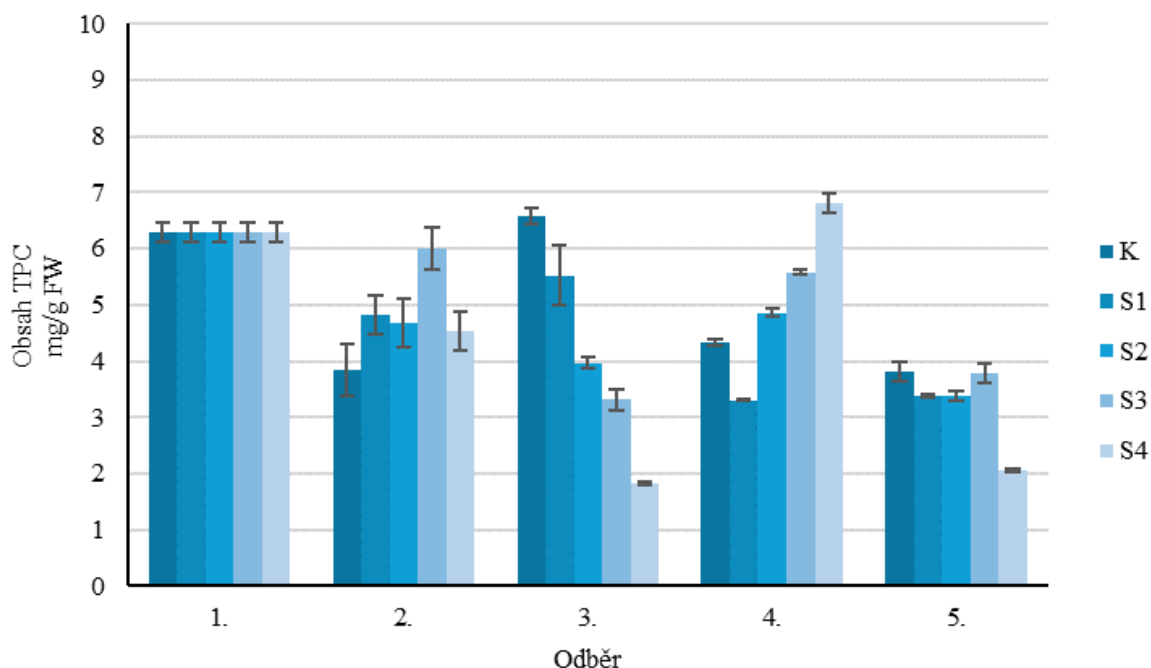
U rostlin rostoucích v kontrolních podmínkách byly v porovnání se všemi variantami naměřeny při druhém odběru nejnižší hodnoty (3,85 mg/g FW). Mezi druhým a třetím odběrem došlo u rostlin varianty K ke zvýšení obsahu TPC o 70,9 %, což je nejvyšší naměřená hodnota (6,58 mg/g FW). Poté obsah TPC klesal až do konce pokusu na hodnotu 3,82 mg/g FW.

V případě varianty S1 došlo mezi prvním a druhým odběrem k poklesu obsahu TPC o 30,5 %. Mezi druhým a třetím odběrem však došlo ke zvýšení obsahu na hodnotu 5,52 mg/g FW. Při čtvrtém měření obsah TPC klesl na hodnotu 3,31 mg/g FW a dále se již hodnota tohoto parametru příliš neměnila.

U varianty S2 kleslo množství TPC na hodnotu 3,96 mg/g FW, která byla zjištěna při třetím odběru. Následně došlo ke zvýšení obsahu fenolických látek na hodnotu 4,04 mg/g FW. Při pátém odběru došlo opět k poklesu a byla naměřena nejnižší hodnota 3,38 mg/g FW.

U rostlin rostoucích ve variantě S3 došlo mezi prvním a druhým odběrem k minimálnímu poklesu obsahu TPC na hodnotu 6,00 mg/g FW. Při třetím odběru došlo k poklesu o 44,8 % (4,75 mg/g FW). Ve čtvrtém odběru byl tento pokles vystřídán nárůstem obsahu TPC na hodnotu 5,58 mg/g FW, V pátém odběru obsah fenolických látek klesl 3,78 mg/g FW.

Obsah TPC u varianty S4 klesl mezi prvním a třetím odběrem o 70,9 % na nejnižší naměřenou hodnotu třetího odběru (1,83 mg/g FW). Mezi třetím a čtvrtým odběrem se obsah TPC zvýšil na hodnotu 5,58 mg/g FW. Poslední měření ukázalo prudký pokles TPC na 2,05 mg/g FW.



Graf 11 Změny obsahu TPC v listech u odrůdy 'Rulandské modré' [mgGAE/g FW] v závislosti na objemu závlivky a čase
 $F = 30,17$; $p < 0,05$

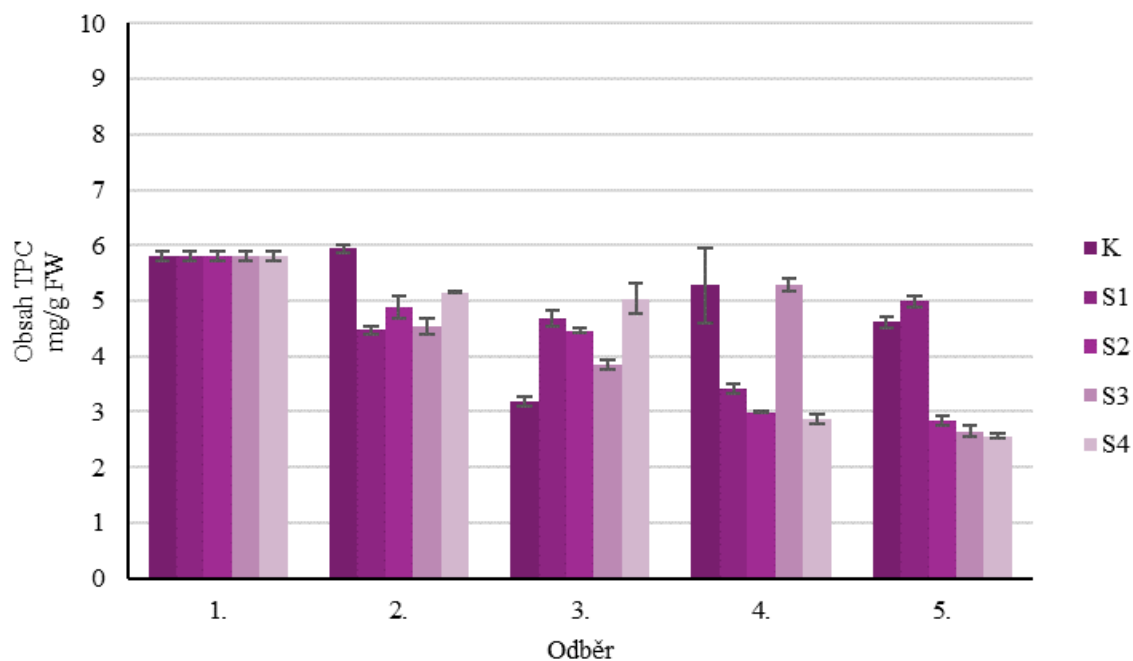
Graf 12 dokládá změny obsahu TPC v listech *V. vinifera* 'Tramín červený'. Hodnota p je nižší, než hladina významnosti $\alpha = 0,05$. V tomto případě tedy mezi naměřenými daty existuje alespoň jeden statisticky významný rozdíl.

U rostlin rostoucích v kontrolních podmínkách došlo mezi prvním a druhým odběrem k malému nárůstu obsahu TPC na hodnotu 5,59 mg/g FW. Mezi druhým a třetím odběrem došlo k poklesu o 42,9 % na hodnotu 3,19 mg/g FW. Tento pokles vystřídal nárůst mezi třetím a čtvrtým odběrem na hodnotu 5,28 mg/g FW. Do konce pokusu obsah TPC klesl na hodnotu 4,62 mg/g FW.

Mezi prvním a druhým odběrem byl u varianty S1 naměřen pokles TPC o 22,9 %, na hodnotu 4,47 mg/g FW. Při čtvrtém odběru byla u této varianty naměřena nejnižší hodnota 3,42 mg/g FW. Na konci měření stoupl obsah TPC na hodnotu 5,00 mg/g FW.

U variant S2 a S4 byl sledován stejný trend. V obou případech hodnoty postupně klesaly z hodnot prvního měření (5,80 mg/g FW) až k pátému odběru. V případě varianty S2 na hodnotu 2,83 mg/g FW a v případě varianty S4 na 2,56 mg/g FW.

U varianty S3 obsah TPC klesal až do třetího odběru (4,47 mg/g FW). Následně došlo k nárůstu obsahu TPC průměrné hodnoty shodné s rostlinami z kontrolní varianty (5,28 mg/g FW). Na konci pokusu došlo k poklesu, stejně jako v případě varianty K, v tomto případě ale až na nejnižší naměřenou hodnotu 2,65 mg/g FW.



Graf 12 Změny obsahu TPC v listech u odrůdy 'Tramín červený' [mg GAE/g FW] v závislosti na objemu závlivky a čase
 $F = 76,122$; $p < 0,05$

Z grafu 13 vyplývá, jak se měnil obsah TPC v listech *V. vinifera* 'Ryzlink rýnský'. Pomocí testu ANOVA bylo zjištěno $p = 0,00 < \alpha = 0,05$, tudíž zde existuje alespoň jeden statisticky významný rozdíl.

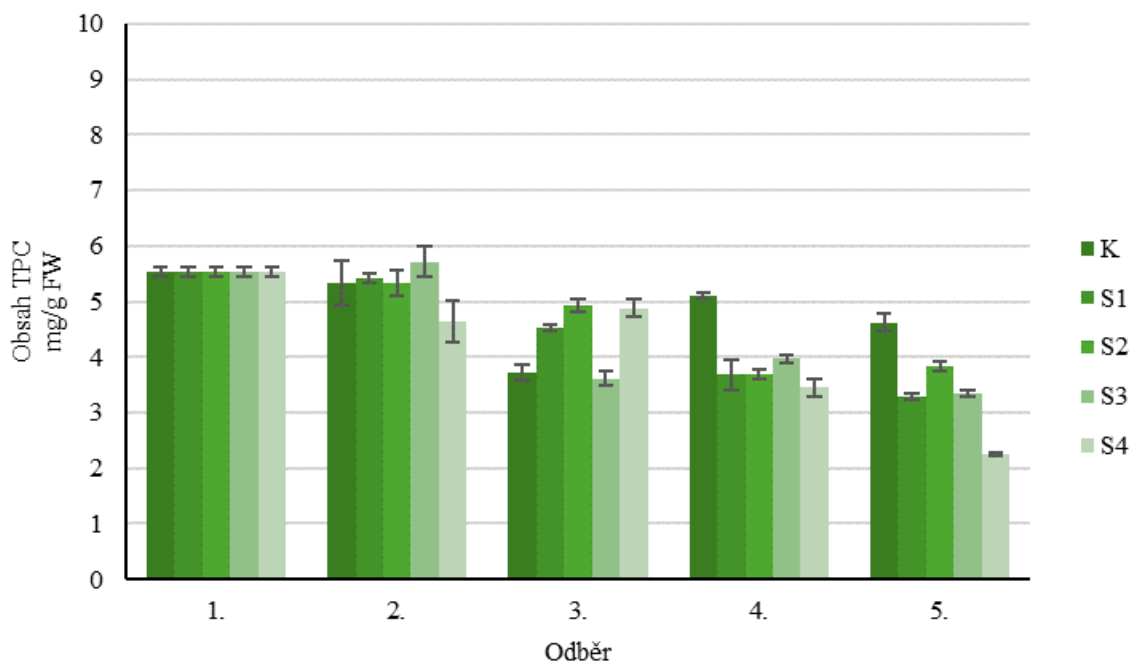
V rostlinách rostoucích v kontrolních podmínkách se množství TPC postupně snižovalo z 5,52 mg/g FW, naměřeného při prvním odběru až na nejnižší naměřenou hodnotu 3,72 mg/g FW (třetí odběr). Při čtvrtém odběru došlo ke zvýšení obsahu fenolických sloučenin o 37,1 % na hodnotu 5,10 mg/g FW. Na konci pokusu se obsah TPC snížil na 4,62 mg/g FW.

U rostlin rostoucích ve variantě S1 se obsah TPC neměnil mezi prvním a druhým odběrem. Poté obsah TPC postupně klesal. Nejnižší obsah 3,30 mg/g FW byl naměřen při pátém odběru.

Obsah TPC u varianty S2 postupně klesal mezi prvním (5,52 mg/g FW) a čtvrtým odběrem (3,69 mg/g FW). Při pátém odběru se obsah fenolických sloučenin zvýšil na 3,84 mg/g FW.

Varianta S3 byla jediná, u které došlo ke zvýšení obsahu TPC mezi prvním a druhým odběrem (5,72 mg/g FW), ale potom se množství fenolických látek snižovalo. Nejnižší přítomnost TPC u této varianty byla zaznamenána u pátého odběru (3,34 mg/g FW).

U varianty S4, v porovnání se všemi zde sledovanými variantami, byla v druhém odběru naměřena nejnižší hodnota 4,65 mg/g FW. Po nárůstu TPC o 5,2 % na hodnotu 4,89 mg/g FW, zaznamenanou ve třetím odběru, se obsah fenolických kyselin postupně snižoval až do konce pokusu, kdy byla naměřena hodnota 2,25 mg/g FW.



Graf 13 Změny obsahu TPC v listech u odrůdy 'Ryzlink rýnský' [mg GAE/g FW] v závislosti na objemu závlivky a čase
 $F = 6,87$; $p < 0,05$

Graf 14 dokládá změny v obsahu TPC v listech v závislosti na odrůdě a na zvoleném objemu závlivky. Vzhledem k tomu, že hodnota p je menší, než hladina významnosti $\alpha = 0,05$ byl v tomto souboru prokázán alespoň jeden statisticky významný rozdíl.

U odrůdy 'Müller Thurgau' byl naměřen nejvyšší obsah TPC u varianty S3 (6,69 mg/g FW) což je o 8,6 % více, než obsahovala kontrolní varianta (6,16 mg/g FW). Naopak nejnižší obsah byl naměřen u varianty S4 (5,33 mg/g FW) což je o 13,5 % méně.

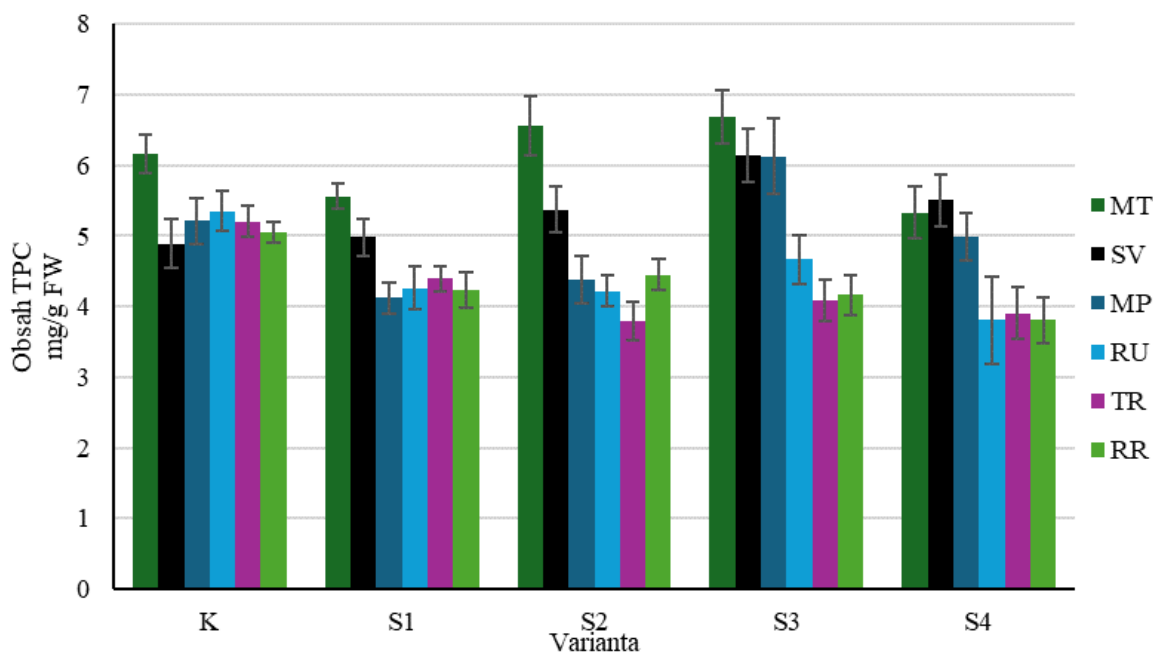
Kontrolní varianta u odrůdy 'Sauvignon' obsahovala 4,89 mg/g FW, což je zároveň nejnižší naměřená hodnota mezi odrůdami v plné závlivce. Obsah TPC se postupně zvyšoval s klesající závlivkou až k variantě S3, u které byl naměřen obsah 6,14 mg/g FW a u varianty S4 obsah mírně klesl (5,50 mg/g FW).

V případě odrůdy 'Modrý Portugal' byl obsah TPC u kontrolní varianty 5,21 mg/g FW. Nejnižší hodnota (4,12 mg/g FW) byla naměřena u varianty S1, rozdíl mezi těmito dvěma variantami činí 20,9 %. Nejvyšší obsah TPC byl naměřen u varianty S3 (6,13 mg/g FW) což je o 17,7 % více než u kontrolní varianty.

U odrůdy 'Rulandské modré' byla nejvyšší hodnota naměřena u kontrolní varianty (5,35 mg/g FW). Poté se obsah TPC postupně snižoval s klesajícím objemem závlivky, s výjimkou varianty S3, kde se oproti předchozí variantě obsah TPC nepatrně zvýšil (4,67 mg/g FW). Nejnižší hodnota byla naměřena u varianty S4 (3,80 mg/g FW). Rozdíl oproti kontrolní variantě je 29,2 %.

Odrůda 'Tramín červený' vykazovala obdobný pokles TPC jako odrůda 'Rulandské modré'. Nejvyšší obsah zaznamenaný u kontrolní varianty 5,21 mg/g FW, následně klesal se snižujícím se objemem závlivky. Nejnižší hodnota byla zaznamenána u varianty S2 (3,80 mg/g FW).

V případě odrůdy 'Ryzlink rýnský' byl pozorován stejný trend, jako u předchozích dvou odrůd. Nejvyšší obsah TPC byl zjištěn u rostlin v kontrolních podmínkách (5,05 mg/g FW) a se snižujícím se objemem závlivky klesal obsah TPC až na hodnotu 3,81 mg/g FW naměřenou u varianty S4.



Graf 14 Rozdíly obsahu TPC v závislosti na odrůdě a objemu závlivky [mg GAE/g FW]
 $F = 13,89$; $p < 0,05$

5.3 Stanovení celkového obsahu flavonoidů (TFC)

Graf 15 popisuje, jak se měnil obsah TFC v listech u genotypu 'Müller Thurgau' v závislosti na objemu závlivky a čase. V rámci statistického šetření bylo zjištěno, že hodnota p je menší, než hladina významnosti $\alpha = 0,05$, tudíž zde existuje minimálně jeden statisticky významný rozdíl.

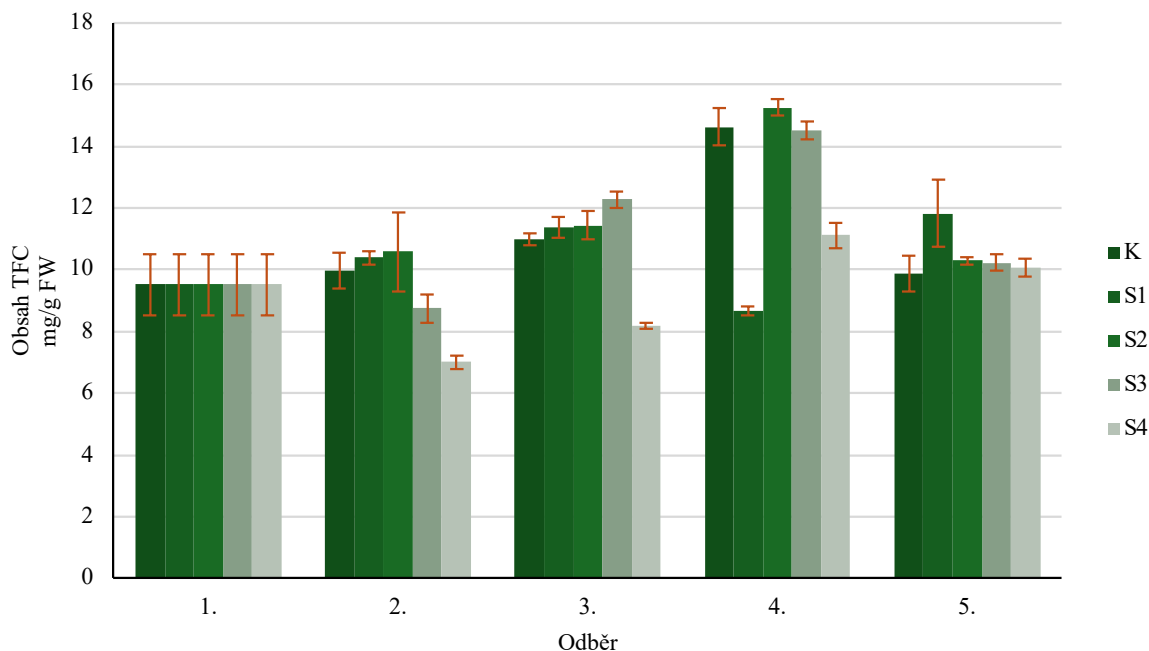
U rostlin rostoucích v kontrolních podmínkách se obsah flavonoidů postupně zvyšoval od prvního (9,53 mg/g FW) do čtvrtého (14,63 mg/g FW) odběru. Do pátého odběru se obsah TFC snížil na hodnotu 9,88 mg/g FW.

V případě varianty S1 se obsah flavonoidů v listech vinné révy postupně zvyšoval. Výjimkou byl čtvrtý odběr, kdy byl TFC v rámci této závlivky nejnižší (8,68 mg/g FW).

U rostlin rostoucích ve variantě S2 se zvyšoval obsah flavonoidů v průběhu prvních čtyř odběrů až na maximální naměřenou hodnotu 15,25 mg/g FW. V pátém odběru došlo k výraznému poklesu o 32,52 % na nejnižší naměřenou hodnotu u této varianty (10,29 mg/g FW).

Rostliny rostoucí v závlahových podmínkách varianty S3 vykazovaly nárůst obsahu TFC mezi prvním a čtvrtým odběrem (14,51 mg/g FW), s výjimkou druhého odběru, kdy obsah flavonoidů klesl (8,75 mg/g FW). V pátém odběru došlo ke poklesu obsahu TFC na hodnotu 10,22 mg/g FW.

Nejvyšší pokles mezi prvním a druhým odběrem byl zaznamenán u rostlin rostoucích ve variantě S4, kdy obsah flavonoidů klesl z počáteční naměřené hodnoty 9,53 mg/g FW na hodnotu 7,00 mg/g FW. Tento pokles byl vystřídán nárůstem o 58,7 % na hodnotu 11,11 mg/g FW naměřenou ve čtvrtém odběru. Do konce pokusu pak obsah flavonoidů u této varianty klesl (10,07 mg/g FW).



Graf 15 Obsah TFC v listech u odrůdy 'Müller Thurgau' [mg QE/g FW] v závislosti na objemu závlivky a čase
F = 15,136; $p < 0,05$

Graf 16 znázorňuje obsah TFC v listech *V. vinifera* 'Sauvignon'. Na základě testu ANOVA byla zjištěna hodnota p, která je menší než hladina významnosti. V tomto souboru dat tedy existuje minimálně jeden statisticky významný rozdíl.

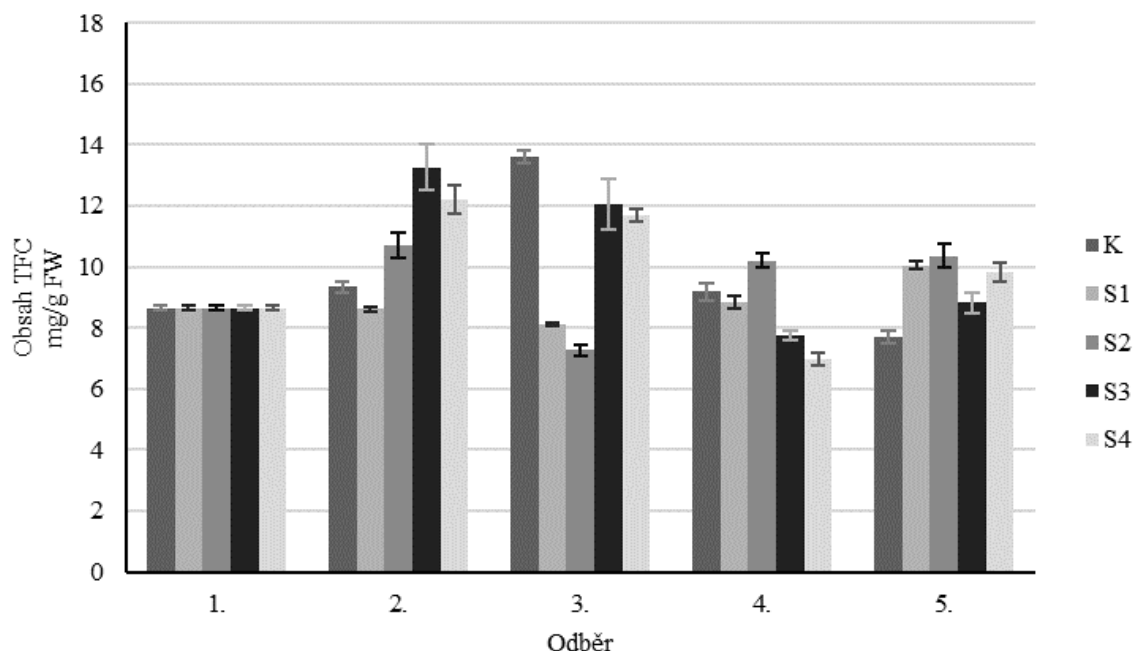
V případě kontrolní varianty obsah TFC rostl od prvního (8,64 mg/g FW) do třetího odběru (13,60 mg/g FW). Následně se obsah flavonoidů v průběhu čtvrtého a pátého odběru snižoval na nejnižší naměřenou hodnotu u této varianty (7,69 mg/g FW).

U varianty S1 se obsah TFC v čase příliš neměnil. Z počáteční hodnoty (8,64 mg/g FW) se obsah flavonoidů postupně snižoval do poloviny sledovaného období (8,13 mg/g FW) a následně došlo ke zvýšení obsahu TFC až na hodnotu 10,06 mg/g FW zjištěnou na konci pokusu. V případě kontrolní varianty se mezi prvním a třetím odběrem obsah TFC zvýšil o 57,41 %. Následně došlo k poklesu o 43,46 % na nejnižší hodnotu (7,69 mg/g FW) neměřenou v pátém odběru.

U rostlin z varianty S2 se zvýšil obsah flavonoidů mezi prvním a druhým odběrem o 23,84 % (10,70 mg/g FW). Toto zvýšení obsahu vystřídal pokles objemu flavonoidů na nejnižší naměřenou hodnotu u této varianty (7,27 mg/g FW) zjištěnou při třetím odběru. Poté se obsah TFC zvýšil na hodnotu (10,21 mg/g FW), která se neměnila až do konce měření.

Z grafu je patrné, že varianty S3 a S4 měly po dobu měření podobný průběh. V případě varianty S3 došlo k počátečnímu zvýšení obsahu TFC o 53,47 % na hodnotu 13,26 mg/g FW, což je nejvyšší hodnota zaznamenaná v čase druhého odběru. Do čtvrtého odběru hodnoty postupně klesaly na nejnižší naměřenou hodnotu u této varianty (7,77 mg/g FW). Na konci experimentu bylo zaznamenáno zvýšení obsahu TFC (8,82 mg/g FW).

U varianty S4 byla nejvyšší naměřená hodnota při druhém odběru (12,21 mg/g FW), v průběhu experimentu obsah TFC postupně klesal na nejnižší naměřenou hodnotu (6,97 mg/g FW). Ke konci pokusu došlo ke zvýšení obsahu TFC na hodnotu 9,82 mg/g FW.



Graf 16 Obsah TFC v listech u odrůdy 'Sauvignon' [mg QE/g FW] v závislosti na objemu závlivky a čase
 F = 110,37; p < 0,05

Graf 17 dokládá změny obsahu TFC v listech u odrůdy 'Modrý Portugal'. Na základě statistického šetření bylo zjištěno, že $p < \alpha = 0,05$. V tomto souboru existuje minimálně jeden statisticky významný rozdíl.

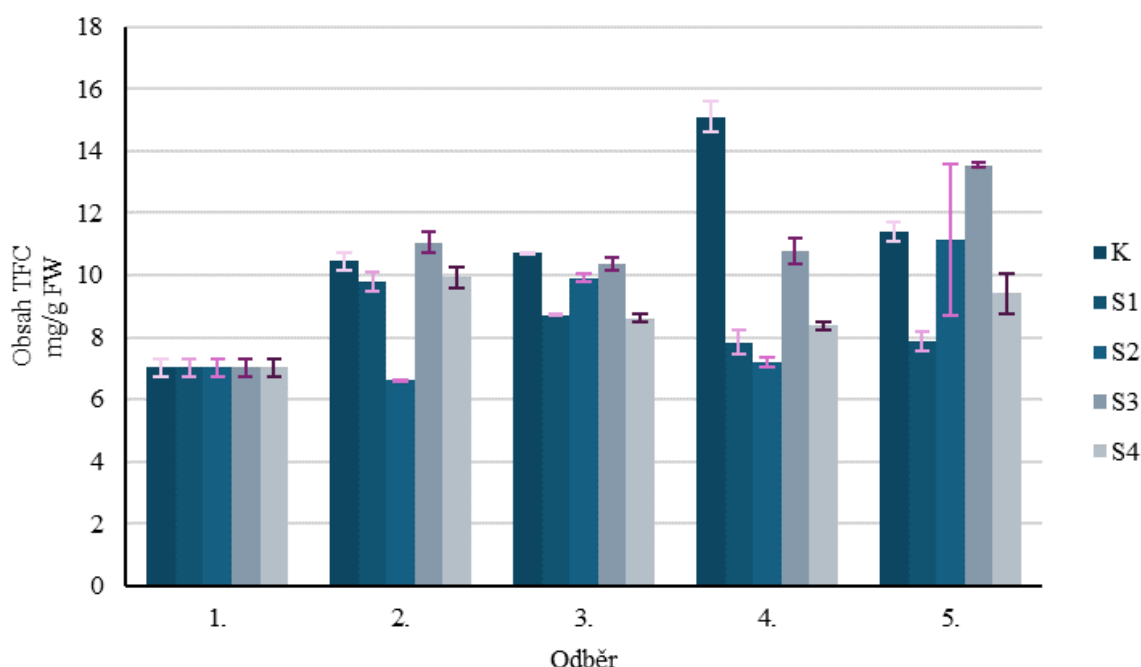
Nejvyšší nárůst množství TFC byl zaznamenán u rostlin, které byly zavlažovány kontrolním objemem závlivky. Obsah flavonoidů u této varianty postupně stoupal z počáteční naměřené hodnoty (7,04 mg/g FW) na maximální naměřenou hodnotu 15,09 mg/g FW získanou při čtvrtém odběru. V průběhu těchto čtyř odběrů se obsah flavonoidů zvýšil o 114,35 %. Po tomto nárůstu obsah TFC klesl na hodnotu 11,39 mg/g FW získanou při pátém odběru.

U varianty S1 došlo ke zvýšení obsahu flavonoidů mezi prvním a druhým odběrem o 38,78 % na 9,77 mg/g FW. Poté se obsah flavonoidů postupně snižoval až do čtvrtého odběru na hodnotu 7,83 mg/g FW tato hodnota byla zjištěna i v pátém odběru.

U varianty S2 došlo mezi prvním a druhým odběrem ke snížení obsahu flavonoidů (6,62 mg/g FW), do třetího odběru obsah TFC vzrostl o 49,55 % na hodnotu (9,90 mg/g FW), tento nárůst vystřídal pokles na hodnotu 7,20 mg/g FW. Na konci pokusu byl naměřen nejvyšší obsah TFC u této varianty (11,14 mg/g FW).

V případě rostlin rostoucích ve variantě S3 došlo mezi prvními dvěma odběry k nejvyššímu nárůstu obsahu TFC u všech variant (57,10 %) na hodnotu 11,06 mg/g FW. Poté došlo ke snížení obsahu na hodnotu 10,34 mg/g FW získanou při třetím odběru a poté se obsah TFC postupně zvyšoval až do konce měření na hodnotu 13,54 mg/g FW.

Rostliny z pokusné varianty S4 měly podobný trend hodnot, jako rostliny z varianty S1. U obou variant byly naměřeny totožné obsahy TFC až do třetího odběru. U varianty S4 se mezi třetím a čtvrtým odběrem obsah TFC neměnil (8,37 mg/g FW) mezi čtvrtým a pátým odběrem došlo ke zvýšení obsahu flavonoidů o 12,31 % (9,40 mg/g FW).



Graf 17 Obsah TFC v listech u odrůdy 'Modrý Portugal' [mg QE/g FW] v závislosti na objemu závlivky a čase
 $F = 18,99$; $p < 0,05$

Z grafu 18 je patrné, že došlo ke snížení obsahu TFC v listech *V. vinifera* 'Rulandské modré' u všech sledovaných variant v průběhu trvání experimentu. ANOVA test ukázal, že $p = 0,01 < \alpha = 0,05$, tudíž zde existuje minimálně jeden statisticky významný rozdíl.

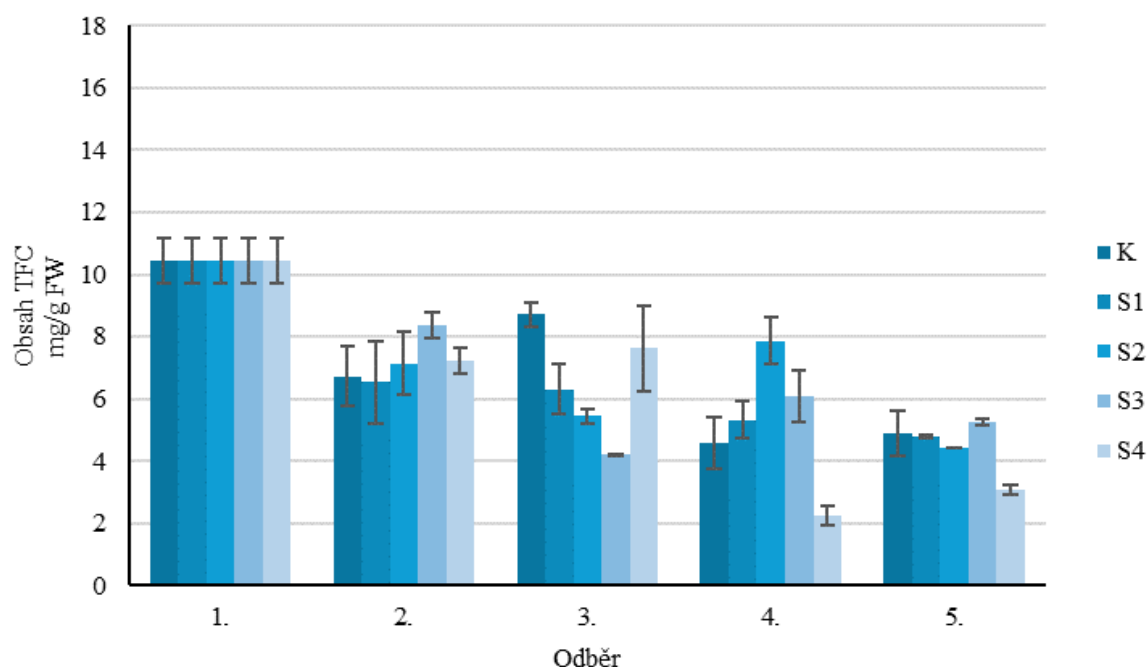
U rostlin rostoucích v kontrolní závlivkové variantě obsah TFC mezi prvním odběrem (10,44 mg/g FW) a druhým odběrem klesl o 35,63 % (6,72 mg/g FW). Ve třetím odběru se obsah flavonoidů u kontrolní varianty zvýšil (8,72 mg/g FW), tento nárůst byl vystřídán poklesem na hodnotu 4,57 mg/g FW a následným zvýšením (4,89 mg/g FW) naměřeným na konci sledovaného období.

U varianty S1 byl zaznamenán největší pokles obsahu mezi prvním a druhým odběrem (37,45 %) na hodnotu 6,53 mg/g FW. Klesající trend poté pokračoval až do konce trvání pokusu na nejnižší naměřenou hodnotu 4,79 mg/g FW u této varianty získanou v pátém odběru.

U varianty S2 se postupně snižoval obsah TFC v průběhu prvních dvou odběrů na hodnotu 5,44 mg/g FW (třetí odběr). Tento pokles vystřídala nárůst o 44,67 % na nejvyšší naměřenou hodnotu u čtvrtého odběru (7,87 mg/g FW) v porovnání s ostatními variantami. Na konci experimentu byl naměřen nejnižší obsah TFC u této varianty (4,42 mg/g FW).

U varianty S3 byl zaznamenán nejnižší pokles obsahu TFC mezi prvním a druhým odběrem v porovnání s ostatními variantami (15,42 %) na hodnotu 8,73 mg/g FW. Mezi druhým a třetím odběrem klesl obsah flavonoidů na nejnižší naměřenou hodnotu u této varianty 4,21 mg/g FW. Tento pokles byl vystřídán nárůstem obsahu TFC o 44,18 % na hodnotu 6,07 mg/g FW. Do konce pokusu se obsah TFC snížil na hodnotu 5,26 mg/g FW.

U pokusné varianty S4 byl sledován podobný trend, jako u kontrolní varianty. Nejvyšší naměřená hodnota byla zjištěna v prvním odběru (10,44 mg/g FW) a nejnižší naměřená hodnota byla zjištěna v odběru čtvrtém (2,23 mg/g FW).



Graf 18 Obsah TFC v listech u odrůdy 'Rulandské modré' [mg QE/g FW] v závislosti na objemu závlivky a čase
 $F = 2,64$; $p < 0,05$

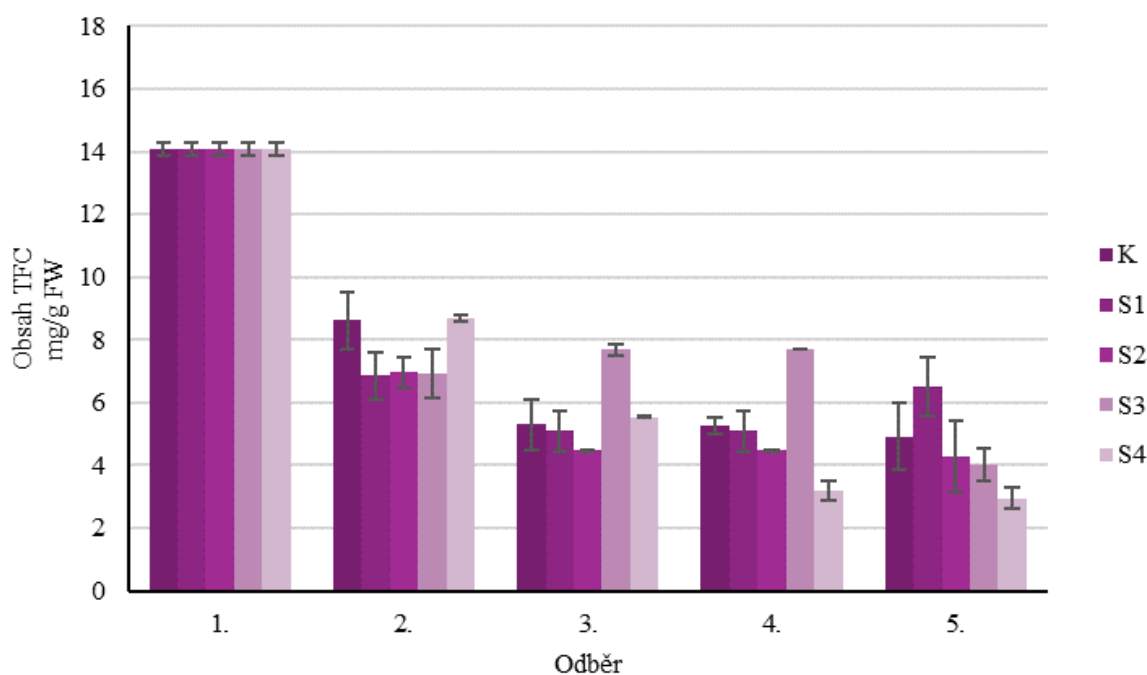
Z grafu 19 vyplývá, jak se měnil obsah TFC v listech variety 'Tramín červený' v závislosti na objemu zálivky. Ze statistiky vyplývá $p = 0,00 < \alpha = 0,05$, tudíž zde existuje statisticky významný rozdíl v daném souboru.

V prvním odběru byl naměřen nejvyšší obsah flavonoidů (14,08 mg/g FW) u všech sledovaných variant. V případě kontrolní varianty obsah TFC pozvolna klesal v průběhu sledovaného období na nejnižší naměřenou hodnotu 4,92 mg/g FW.

U varianty S1 byl pozorován klesající trend do čtvrtého odběru (5,10 mg/g FW). Mezi čtvrtým a pátým odběrem došlo ke zvýšení obsahu TFC o 27,65 % na hodnotu 6,51 mg/g FW. U varianty S2 obsah flavonoidů klesla do třetího měření, kde se ustálil na hodnotě 5,10 mg/g FW, k dalšímu poklesu došlo mezi čtvrtým a pátým měřením na nejnižší hodnotu 4,29 mg/g FW.

U varianty S3 byl pozorován stejný průběh, jako v případě varianty S2. Obsah TFC klesl o 45,45 % na hodnotu 4,47 mg/g FW a dále klesl mezi čtvrtým a pátým odběrem na hodnotu 4,03 mg/g FW.

U varianty S4 byl pozorován stejný trend, jako u rostlin rostoucích v kontrolní variantě, kdy došlo ke snížení obsahu TFC o 78,98 % v průběhu trvání experimentu na hodnotu 2,96 mg/g FW.



Graf 19 Obsah TFC v listech u odrůdy 'Tramín červený' [mg QE/g FW] v závislosti na objemu zálivky a čase
 $F = 1,29$; $p < 0,05$

Graf 20 demonstruje vliv objemu závlivky na obsah TFC v listech *V. vinifera* 'Ryzlink rýnský'. Statistika ukázala $p = 0,02 < \alpha = 0,05$, existuje tedy statisticky významný rozdíl.

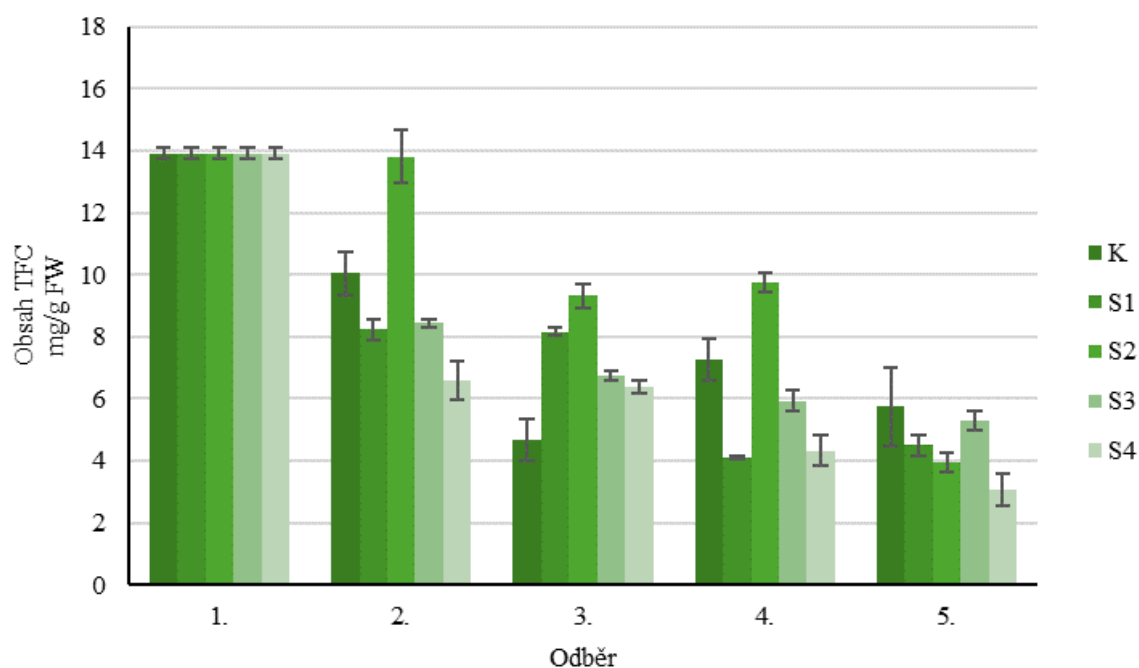
Obsah flavonoidů u rostlin rostoucích v kontrolních závlahových podmínkách se postupně snižoval na nejnižší naměřenou hodnotu 4,68 mg/g FW získanou při třetím odběru. Mezi třetím a čtvrtým odběrem se zvýšil obsah TFC o 55,34 % na hodnotu 7,27 mg/g FW, při pátém odběru obsah flavonoidů klesl na 5,74 mg/g FW.

U rostlin rostoucích ve variantě S1 klesl obsah TFC mezi prvním a druhým měřením o 40,80 % na hodnotu 20,24 mg/g FW, stejnou pro druhý a třetí odběr. Při čtvrtém odběru obsah flavonoidů klesl na hodnotu 4,09 mg/g FW, tento obsah se neměnil až do konce sledovaného období.

U varianty S2 se obsah flavonoidů mezi prvním odběrem (13,92 mg/g FW) a druhým odběrem (13,81 mg/g FW) téměř nelišil. K nejvýraznějšímu poklesu došlo mezi čtvrtým a pátým odběrem kdy se obsah flavonoidů snížil o 59,53 %.

U varianty S3 byl pozorován stejný trend, jako v případě kontrolní varianty. Nejnižší obsah flavonoidů byl naměřen při pátém odběru (5,30 mg/g FW), celkově tedy obsah TFC klesl v průběhu pokusu u této varianty o 61,93 %.

U čtvrté pokusné varianty klesal obsah TFC v průběhu trvání pokusu. Nejnižší obsah byl naměřen při pátém odběru (3,08 mg/g FW), což je pro tuto odrůdu nejnižší naměřená hodnota v tomto termínu odběru.



Graf 20 Obsah TFC v listech u odrůdy 'Ryzlink rýnský' [mg QE/g FW] v závislosti na objemu závlivky a čase
 $F = 1,05$; $p < 0,05$

Z grafu 21 je patrné, jaký vliv měl snížený obsah závlivky na obsah TFC v listech *V. vinifera* v závislosti na odrůdě. V rámci statistického šetření zde bylo zjištěno, že v tomto souboru existuje minimálně jeden statisticky významný rozdíl ($p < \alpha = 0,05$).

U odrůdy 'Müller Thurgau', v kontrolní variantě byl naměřen obsah flavonoidů 10,58 mg/g FW. Nejvyšší obsah TFC byl naměřen u varianty S2 (11,89 mg/g FW), což je rozdíl 12,38 %, naopak nejnižší hodnota (9,09 mg/g FW) byla naměřena u varianty S4, což je rozdíl o 14,08 %.

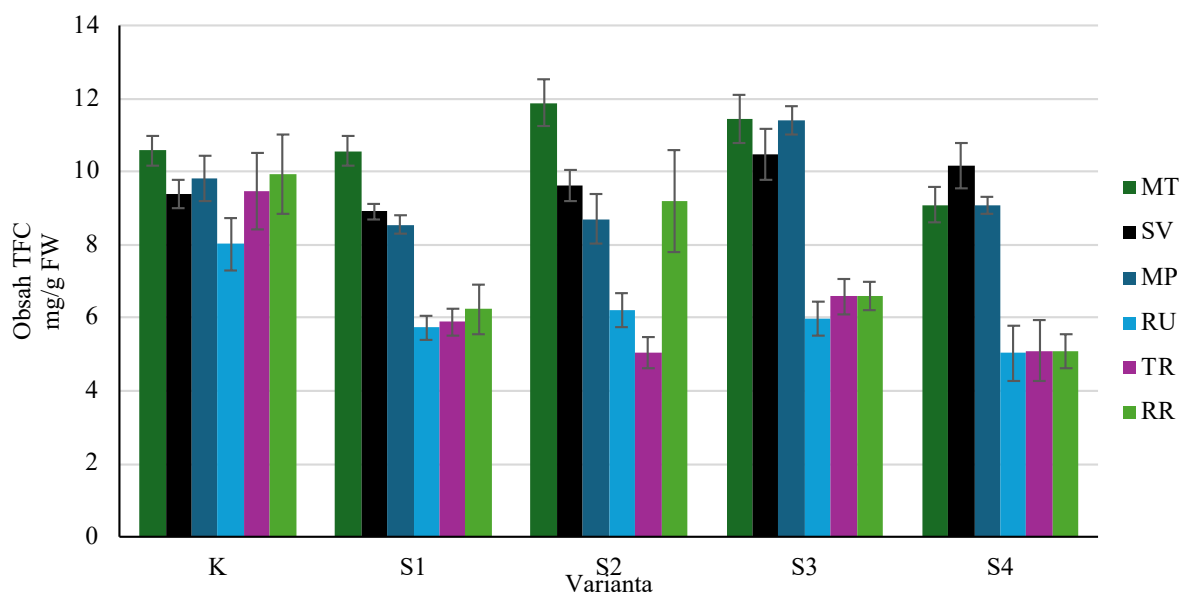
U odrůdy 'Sauvignon' obsah TFC u kontrolní varianty byl 9,39 mg/g FW, což je o 5,39 % více než nejnižší naměřený obsah u sledované varianty S1. Naopak nejvyšší obsah flavonoidů byl naměřen u varianty S3 (10,48 mg/g FW).

U odrůdy 'Modrý Portugal' se obsah flavonoidů u variant K, S1, S2 a S4 příliš nelišil. Nejvyšší obsah byl zjištěn u varianty S3 (11,42 mg/g FW) a nejnižší obsah byl zjištěn u varianty S1 (8,54 mg/g FW).

U kontrolní varianty rostlin u odrůdy 'Rulandské modré' byl v porovnání s ostatními odrůdami naměřen nejnižší obsah flavonoidů (8,80 mg/g FW). U této odrůdy obsah flavonoidů klesal s nižší závlivkou. Rozdíl mezi nejvyšším naměřeným obsahem a nejnižším naměřeným obsahem (5,04 mg/g FW) činí 42,74 %.

U odrůdy 'Tramín červený' byl pozorován stejný trend, jako u předchozí odrůdy. Nejvyšší obsah TPC (9,48 mg/g FW) byl naměřen u rostlin rostoucích v kontrolních podmínkách. Obsah flavonoidů klesal se snižující se závlivkou. Nejnižší hodnota byla naměřena u pokusné varianty S4 (5,09 mg/g FW).

V případě odrůdy 'Ryzlink rýnský' kontrolní varianta obsahovala 9,93 mg/g FW TFC. Obsah flavonoidů se s snižující se závlivkou klesal až na stejnou hodnotu, jako u odrůdy 'Tramín červený' (5,09 mg/g FW).



Graf 21 Rozdíly obsahu TFC v závislosti na odrůdě a objemu závlivky [mg QE/g FW]
 $F = 3,26; p < 0,05$

5.4 Stanovení celkového obsahu fenolických kyselin (PAC)

Z grafu 22 vyplývá, jak se měnil obsah PAC v listech odrůdy 'Müller Thurgau' v závislosti na objemu závlivky a čase. Statistika říká, že zde existuje minimálně jeden statistický rozdíl ($p < \alpha = 0,05$).

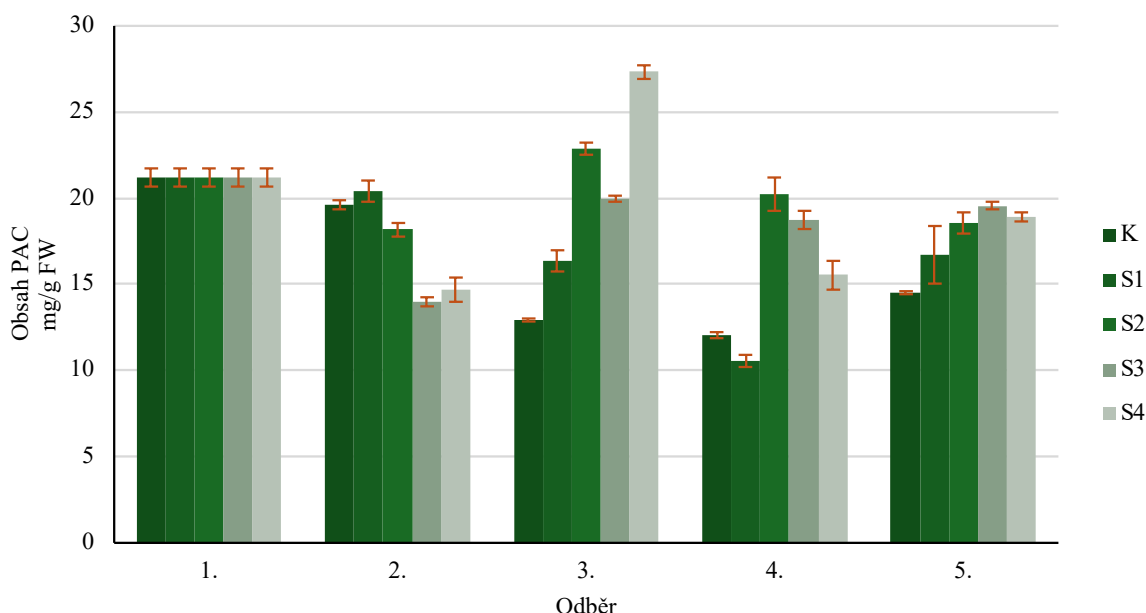
V prvním termínu měření (první odběr), před tím, než byla aplikována rozdílná závlivka byl zjištěn obsah celkový obsah fenolických kyselin 21,21 mg/g FW v listech této odrůdy. V případě rostlin rostoucích v kontrolních podmínkách obsah fenolických kyselin postupně klesal až do čtvrtého odběru, kde byla naměřena nejnižší hodnota u této varianty (12,05 mg/g FW) to je pokles o 43,19 %. Mezi čtvrtým a pátým odběrem došlo ke zvýšení obsahu PAC na hodnotu 14,50 mg/g FW.

U varianty S1 byl s výjimkou druhého odběru zaznamenán stejný trend, jako v případě kontrolní varianty. Obsah PAC mezi prvním a čtvrtým měřením klesl o 50,12 % na hodnotu 10,58 mg/g FW, mezi čtvrtým a pátým odběrem obsah fenolických kyselin stoupl o 58,03 % na hodnotu 16,72 mg/g FW.

V případě varianty S2 byla nejvyšší hodnota (22,86 mg/g FW) naměřena v půlce experimentu (třetí odběr). Poté obsah fenolických kyselin až do konce pokusu klesal na hodnotu 18,54 mg/g FW. Nejnižší naměřená hodnota byla zaznamenána v termínu druhého odběru (18,16 mg/g FW).

U varianty S3 mezi prvním a druhým odběrem obsah PAC klesl o 34,23 % na 13,95 mg/g FW. Tento pokles vystřídal nárůst na hodnotu 19,95 mg/g FW. Poté se až do konce experimentu obsah fenolických kyselin neměnil.

Čtvrtá pokusná varianta (S4) obsahovala nejvíce fenolických kyselin v třetím odběrovém termínu (27,31 mg/g FW). Nejnižší naměřená hodnota byla zjištěna ve druhém odběru 14,69 mg/g FW.



Graf 22 Obsah PAC v listech u odrůdy 'Müller Thurgau' [mg CAE/g FW] v závislosti na objemu závlivky a čase
F = 51,81; $p < 0,05$

Vývoj obsahu fenolických kyselin v závislosti na objemu zálivky a čase v listech *V. vinifera* 'Sauvignon' je znázorněn v grafu 23. Na základě testu ANOVA bylo zjištěno, že hodnota p je menší, než $\alpha = 0,05$, existuje zde tedy minimálně jeden statisticky významný rozdíl.

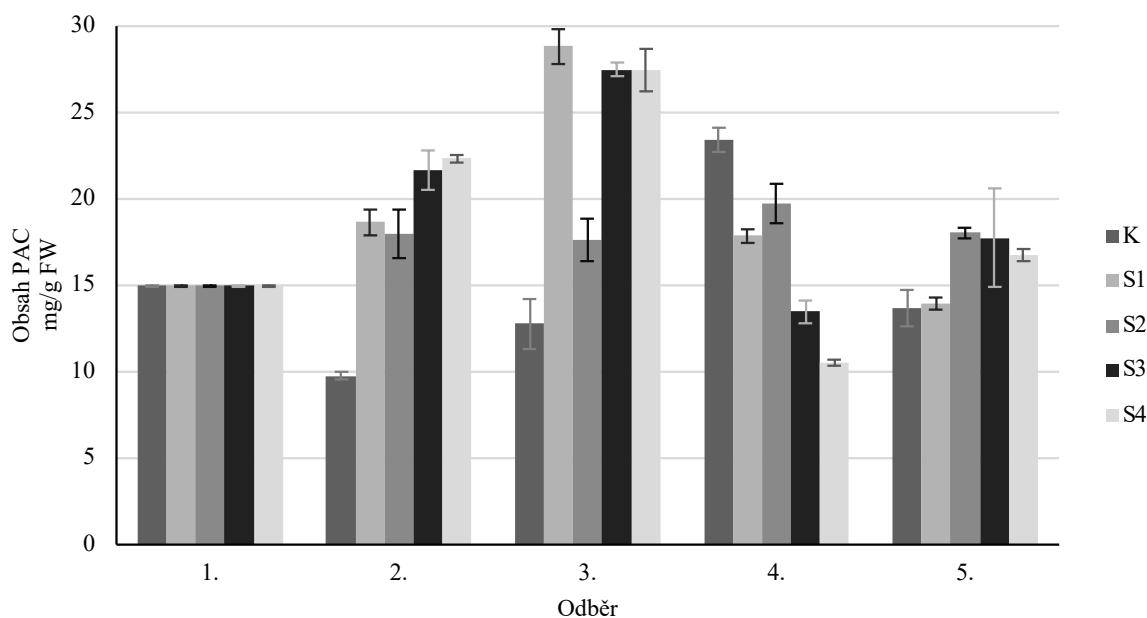
U kontrolní varianty klesl obsah fenolických kyselin mezi prvním a druhým odběrem na nejnižší naměřenou hodnotu (9,73 mg/g FW). V průběhu měření se obsah PAC postupně zvyšoval na nejvyšší naměřenou hodnotu 23,39 mg/g FW (čtvrtý odběr). Na konci pokusu byl zaznamenán pokles o 41,68 % na hodnotu 13,64 mg/g FW.

U varianty S1 stoupal obsah PAC do třetího odběru (28,80 mg/g FW) a následně až do konce sledovaného období postupně klesl o 51,88 % na nejnižší naměřenou hodnotu 13,88 mg/g FW (pátý odběr).

V případě druhé pokusné varianty (S2) se zvýšil obsah PAC mezi prvním a druhým odběrem na hodnotu 17,97 mg/g FW, která byla zaznamenána v druhém a třetím měření. Ve čtvrtém odběru se obsah fenolických kyselin zvýšil o 10,68 % na hodnotu 19,71 mg/g FW (čtvrtý odběr). V pátém odběru obsah PAC klesl na hodnotu 18,00 mg/g FW.

U varianty S3 byl pozorován podobný trend, jako v případě varianty S1. Obsah PAC se postupně zvyšoval na nejvyšší naměřenou hodnotu 27,47 mg/g FW (třetí odběr). Mezi třetím a čtvrtým odběrem obsah fenolických kyselin klesl o 51,04 % (13,45 mg/g FW). V pátém odběru byl naměřen obsah PAC 17,72 mg/g FW.

U varianty S4 byl pozorován podobný trend, jako v případě variant S1 a S3. Nejvyšší obsah byl naměřen u třetího odběru (27,43 mg/g), což je o 83,72 % více než v prvním odběru. Nejnižší obsah PAC byl naměřen v odběru čtvrtém (10,50 mg/g FW). Na konci pokusu varianta S4 obsahovala 16,69 mg/g FW fenolických kyselin vyjádřených jako kyselina kávová.



Graf 23 Obsah PAC v listech u odrůdy 'Sauvignon' [mg CAE/g FW] v závislosti na objemu zálivky a čase
 $F = 70,15$; $p < 0,05$

Z grafu 24 je patrné, jaký vliv měl snížený objem zálivky na obsah fenolických kyselin v listech u genotypu 'Modrý Portugal'. Jelikož je hodnota p menší, než hladina významnosti ($\alpha = 0,05$), existuje zde alespoň jeden statisticky významný rozdíl.

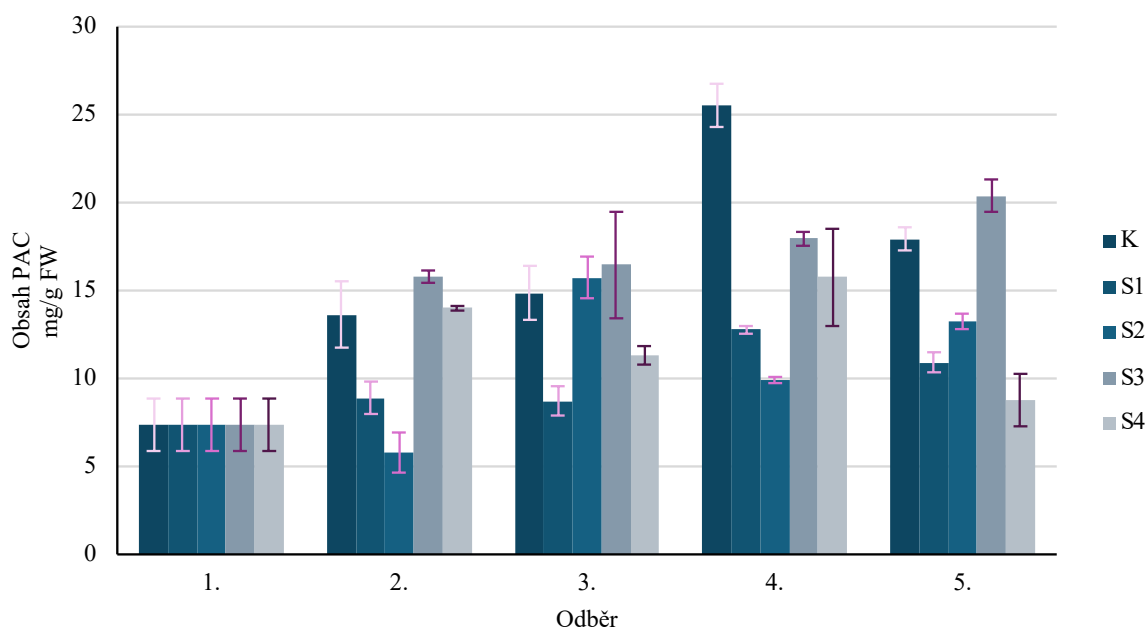
U kontrolní varianty obsah PAC stoupal až do čtvrtého odběru (25,55 mg/g FW), následně klesl o 29,83 % na hodnotu 17,93 mg/g FW.

U varianty S1 obsah fenolických kyselin stoupl mezi prvním a druhým odběrem na hodnotu 8,90 mg/g FW, která byla naměřena i ve třetím odběru. Dále se obsah zvýšil na hodnotu 12,79 mg/g FW, zjištěnou při čtvrtém měření. Následně obsah fenolických kyselin klesl o 14,70 % na hodnotu 10,91 mg/g FW.

U varianty S2 byl mezi prvním a druhým odběrem zaznamenán pokles obsahu PAC na hodnotu 5,78 mg/g FW. Ve třetím odběru se obsah PAC zvýšil na 15,73 mg/g FW. Po poklesu o 37,51 % (čtvrtý odběr) se obsah fenolických kyselin v pátém odběru opět o něco zvýšil na hodnotu 13,28 mg/g FW.

U varianty S3 došlo k nejvýraznějšímu zvýšení obsahu fenolických kyselin mezi prvním (7,37 mg/g FW) a druhým odběrem (15,81 mg/g FW). Následně obsah PAC rostl až do konce pokusu na nejvyšší naměřenou hodnotu u této varianty 20,41 mg/g FW.

U varianty S4 byl zaznamenán nejvyšší nárůst obsahu PAC mezi prvním a druhým odběrem na hodnotu 14,02 mg/g FW. Nejvyšší hodnota byla naměřena ve čtvrtém termínu (17,99 mg/g FW). Nejnižší obsah PAC byl po redukci zálivky na 15 ml zjištěn v poslední den pokusu (7,37 mg/g FW).



Graf 24 Obsah PAC v listech u odrůdy 'Modrý Portugal' [mg CAE/g FW] v závislosti na objemu zálivky a čase
 $F = 13,80$; $p < 0,05$

Z grafu 25 je patrné, jaký vliv měl snížený obsah závlivky na obsah PAC v listech *V. vinifera* 'Rulandské modré'. Na základě statistického šetření bylo zjištěno: $p < \alpha = 0,05$, tudíž zde existuje minimálně jeden statisticky významný rozdíl.

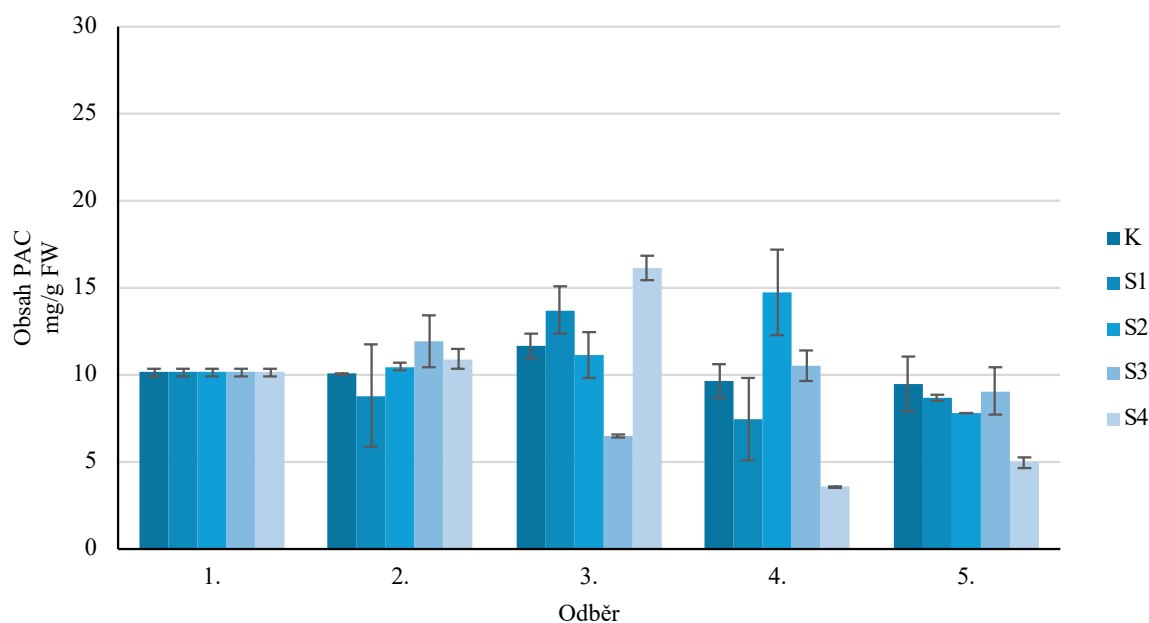
U rostlin z kontrolních závlahových podmínek byly sledovány podobné průměrné hodnoty obsahu fenolických kyselin. Nejvyšší obsah (11,64 mg/g FW) byl naměřen při třetím odběru. Dále obsah PAC postupně klesal na nejnižší naměřenou hodnotu 9,47 mg/g FW (pátý odběr).

U pokusné varianty S1 obsah PAC klesl mezi prvním a druhým odběrem na 8,77 mg/g FW. Ve třetím odběru byla naměřena nejvyšší hodnota (13,69 mg/g FW) naměřená u této varianty. Mezi třetím a čtvrtým odběrem obsah PAC klesl o 45,73 %. Na konci experimentu byl zjištěn obsah fenolických kyselin 8,64 mg/g FW.

U varianty S2 se obsah PAC zvyšoval v průběhu prvních třech odběrů na hodnotu 11,10 mg/g FW. Mezi třetím a čtvrtým odběrem obsah fenolických kyselin stoupl o 32,70 %. V pátém odběru byla naměřena nejnižší hodnota pro tuto variantu (7,79 mg/g FW).

V případě třetí pokusné varianty (S3) obsah PAC mezi prvním a druhým odběrem stoupl na hodnotu 11,89 mg/g FW. Do třetího odběru obsah klesl o 45,75 % na hodnotu 6,45 mg/g FW, což byla nejnižší naměřená hodnota u této varianty. Následně došlo ke zvýšení obsahu na 10,50 mg/g FW. V posledním odběru obsah fenolických kyselin byl 9,05 mg/g FW.

U varianty S4 obsah fenolických kyselin postupně stoupal na nejvyšší naměřenou hodnotu 16,15 mg/g FW získanou ve třetím odběru. Ve čtvrtém odběru byl zaznamenán pokles obsahu fenolických kyselin o 78,08 %. V pátém termínu byl zjištěn obsah fenolických kyselin 4,96 mg/g FW.



Graf 25 Obsah PAC v listech u odrůdy 'Rulandské modré' [mg CAE/g FW] v závislosti na objemu závlivky a čase
 $F = 31,76$; $p < 0,05$

Graf 26 dokládá, jak ovlivnil objem závlivky obsah PAC v listech odrůdy 'Tramín červený'. Test ANOVA ukázal $p < \alpha = 0,05$, tudíž zde existuje minimálně jeden statisticky významný rozdíl.

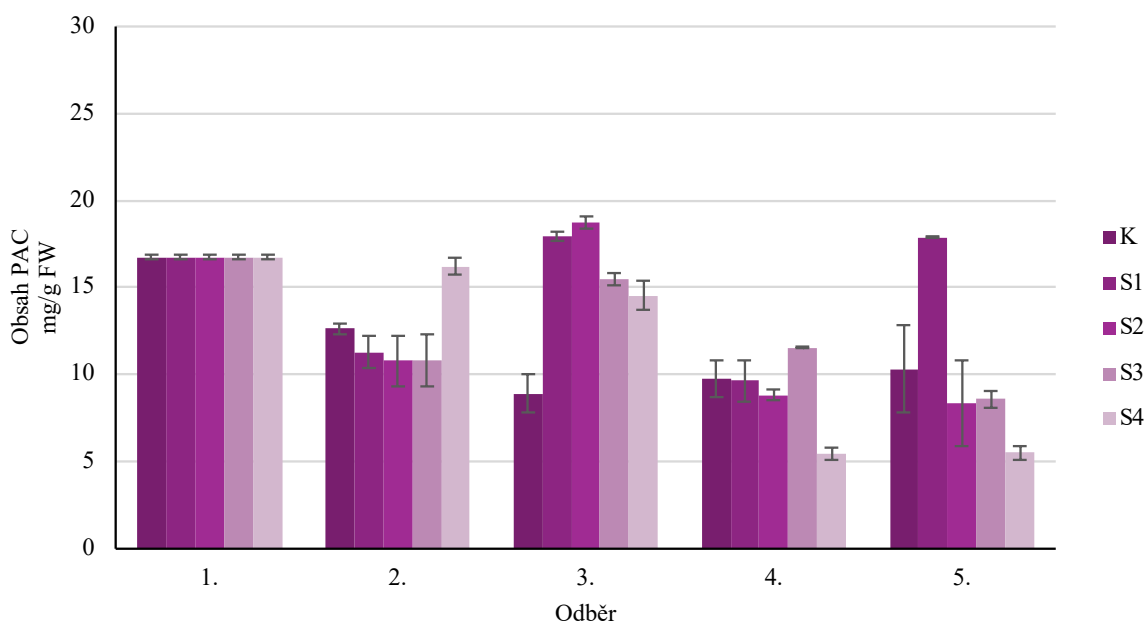
V prvním odběru byl naměřen obsah PAC 16,72 mg/g FW. U kontrolní varianty obsah fenolických kyselin klesal v průběhu prvních tří odběrů na nejnižší naměřenou hodnotu u této varianty (8,92 mg/g FW). Dále se obsah zvyšoval až do konce sledovaného období.

U varianty S1 klesl obsah PAC mezi prvním a druhým odběrem o 32,48 %. Při třetím odběru byl zaznamenán nejvyšší obsah fenolických kyselin u této varianty (17,94 mg/g FW). Nejnižší obsah byl naměřen u čtvrtého odběru (9,64 mg/g FW). Na konci experimentu byl obsah PAC 17,89 mg/g FW.

U varianty S2 klesl obsah fenolických kyselin mezi prvním a druhým odběrem o 35,47 %. Při třetím odběru byl naměřen nejvyšší obsah PAC u této varianty (18,70 mg/g FW). Mezi třetím a čtvrtým odběrem klesl obsah fenolických kyselin o 55,19 % na hodnotu 8,83 mg/g FW, která se neměnila až do konce sledovaného období.

U varianty S3 klesl obsah PAC mezi prvním a druhým odběrem o 35,17 %. Při třetím odběru byl zaznamenán nárůst obsahu fenolických kyselin na hodnotu 15,49 mg/g FW. Následně až do konce pokusu obsah PAC postupně klesal na hodnotu 8,35 mg/g FW.

U varianty S4 se množství fenolických kyselin postupně v čase snižovalo s tím, jak byl omezován objem závlivky. Z prvních naměřených údajů o PAC v listech (16,72 mg/g FW), jejich koncentrace klesla až na hodnotu 5,51 mg/g FW (pátý odběr) Tento pokles činí 67,05 %.



Graf 26 Obsah PAC v listech u odrůdy 'Tramín červený' [mg CAE/g FW] v závislosti na objemu závlivky a čase
 $F = 6,76$; $p < 0,05$

Graf 27 ukazuje, jak se měnil obsah fenolických kyselin v listech *V. vinifera* 'Ryzlink rýnský' v čase v závislosti na objemu záливky. Díky statistickému šetření bylo zjištěno, že v tomto souboru existuje alespoň jeden statisticky významný rozdíl, protože hodnota p je nižší než hladina významnosti.

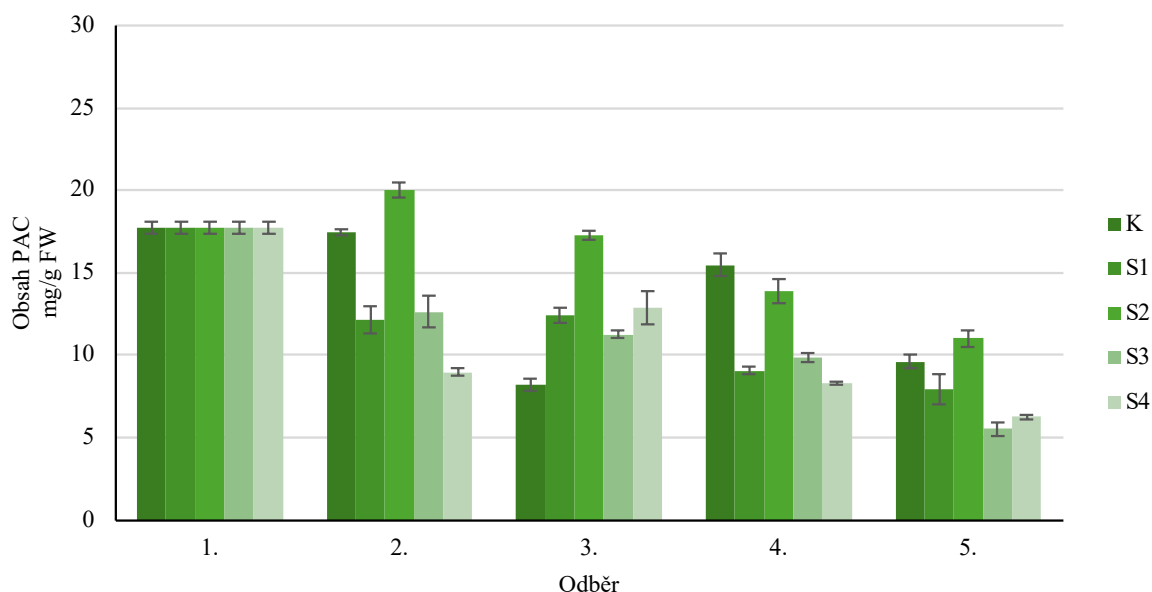
V případě kontrolní varianty obsah PAC klesal v průběhu prvních tří měření až na nejnižší naměřenou hodnotu u této varianty (8,24 mg/g FW). Při čtvrtém měření obsah fenolických kyselin stoupl o 87,50 % na 15,45 mg/g FW. V pátém termínu byl obsah PAC 9,63 mg/g FW.

U varianty S1 klesal postupně obsah PAC od prvního odběru (17,76 mg/g FW) až do konce sledovaného období o 55,12 % na hodnotu 7,97 mg/g FW.

U varianty S2 mezi prvním a druhým odběrem klesl obsah PAC o 12,73 % na hodnotu 20,02 mg/g FW a dále až do konce pokusu klesal na nejnižší naměřenou hodnotu u této varianty (11,02 mg/g FW).

U varianty S3 klesal obsah fenolických kyselin v průběhu celého měření. Mezi prvním a druhým odběrem klesl obsah PAC na hodnotu 12,65 mg/g FW (o 28,83 %). Mezi druhým a pátým odběrem klesl PAC až na 5,54 mg/g FW, kdy rozdíl posledních dvou měření byl 43,70 %.

U varianty S4 klesl obsah fenolických kyselin mezi prvním a druhým odběrem o 49,49 % na 8,97 mg/g FW. Ve třetím odběru obsah PAC stoupl (12,89 mg/g FW) a následně klesal až do konce pokusu na nejnižší naměřenou hodnotu u této varianty 6,25 mg/g FW.



Graf 27 Obsah PAC v listech u odrůdy 'Ryzlink rýnský' [mg CAE/g FW] v závislosti na objemu záливky a čase
 $F = 2,97$; $p < 0,05$

Graf 28 demonstruje změny v obsahu PAC v listech v závislosti na genotypu a na zvoleném objemu závlivky. Na základě statistického testu ANOVA bylo zjištěno, že zde existuje minimálně jeden statisticky významný rozdíl ($p < \alpha = 0,05$).

U odrůdy 'Müller Thurgau' byl naměřen nejvyšší obsah PAC u varianty S2 (19,95 mg/g FW) což je o 13,80 % více, než obsahovala kontrolní varianta (17,53 mg/g FW). Naopak nejnižší obsah byl naměřen u varianty S1 (16,02 mg/g FW) což je o 8,61 % méně.

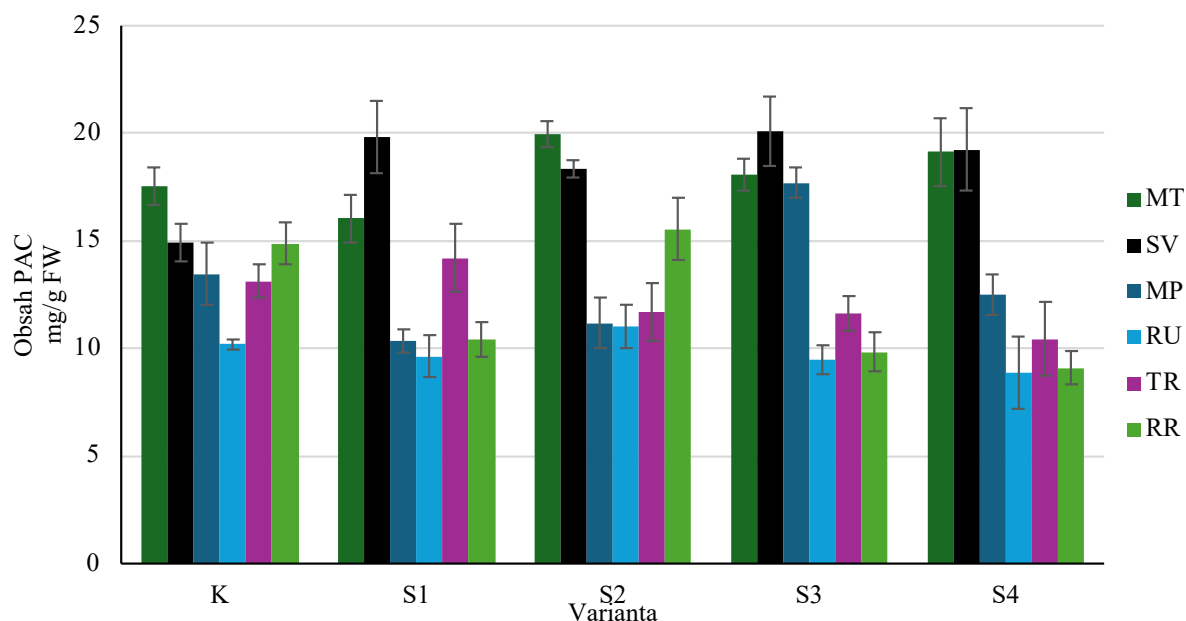
Kontrolní varianta u odrůdy 'Sauvignon' obsahovala 14,90 mg/g FW, což je zároveň nejnižší naměřená hodnota. Obsah PAC se postupně zvyšoval s klesající závlivkou až k variantě S3, u které byl naměřen obsah 20,06 mg/g FW a u varianty S4 obsah mírně klesl (19,23 mg/g FW).

V případě odrůdy 'Modrý Portugal' byl obsah PAC u kontrolní varianty 13,44 mg/g FW. Nejnižší hodnota (10,33 mg/g FW) byla naměřena u varianty S1, rozdíl mezi těmito dvěma variantami činí 23,13 %. Naopak nejvyšší obsah PAC byl naměřen u varianty S3 (17,67 mg/g FW) což je o 31,47 % více než u kontrolní varianty.

U odrůdy 'Rulandské modré' byla nejvyšší hodnota naměřena u varianty S2 (11,02 mg/g FW). U kontrolní varianty byl naměřen obsah fenolických kyselin 10,18 mg/g FW. Rozdíl mezi těmito dvěma variantami činí 8,25 %. Nejnižší obsah PAC byl naměřen u varianty S4 (8,89 mg/g FW) což je rozdíl o 12,67 %.

U odrůdy 'Tramín červený' byl nejvyšší obsah zaznamenán u varianty S1 (14,19 mg/g FW), který následně klesal se snižujícím se objemem závlivky. Nejnižší hodnota byla zaznamenána u varianty S4 (10,43 mg/g FW). U kontrolní varianty byl obsah fenolických kyselin 13,11 mg/g FW.

U odrůdy 'Ryzlink rýnský' byl u kontrolní varianty naměřen obsah PAC 14,87 mg/g FW. Nejvyšší obsah byl zjištěn u varianty S2 (15,53 mg/g FW), což je rozdíl 4,44 %. Nejnižší obsah PAC byl naměřen u varianty S4 (9,10 mg/g FW) což je rozdíl o 38,80 % v porovnání s kontrolní variantou.



Graf 28 Rozdíly obsahu PAC v závislosti na odrůdě a objemu závlivky [mg CAE/g FW]
 $F = 10,74; p < 0,05$

5.5 Stanovení celkové antioxidační kapacity (TAC)

Z grafu 29 je patrné, jak objem závlivky ovlivnil celkovou antioxidační kapacitu v listech u odrůdy 'Müller Thurgau'. Na základě statistického šetření bylo zjištěno, že zde existuje minimálně jeden statisticky významný rozdíl ($p < \alpha = 0,05$).

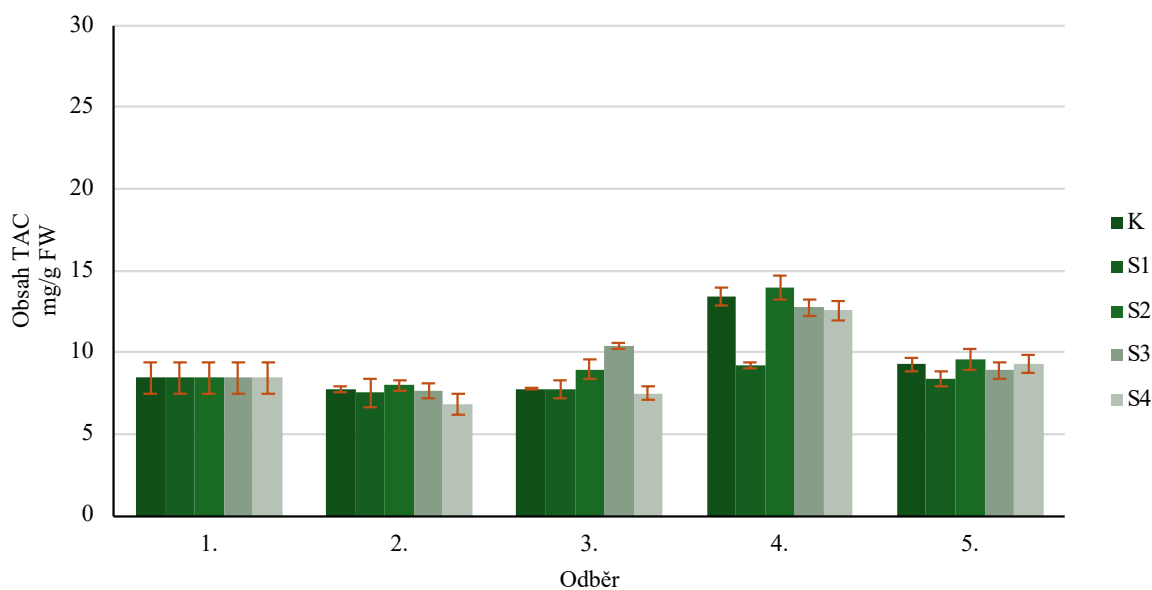
V případě kontrolní varianty došlo k poklesu TAC mezi prvním (8,45 mg/g FW) a druhým odběrem (7,73 mg/g FW). Při čtvrtém odběru se TAC zvýšila o 73,74 %. V posledním odběru byla hodnota antioxidační kapacity 9,25 mg/g FW.

Varianta S1 vykazovala nejvyšší antioxidační kapacitu ve čtvrtém odběru (9,23 mg/g FW). Mezi prvním a druhým odběrem došlo ke snížení TAC o 10,89 % na hodnotu 7,53 mg/g FW. Mezi druhým a třetím odběrem se antioxidační aktivita neměnila. V pátém odběru byla naměřena hodnota TAC 8,36 mg/g FW.

V případě varianty S2 celková antioxidační aktivita postupně stoupala až do čtvrtého odběru (13,94 mg/g FW). Mezi čtvrtým a pátým odběrem došlo k poklesu o 31,35 %.

U varianty S3 byl pozorován stejný průběh, jako v případě varianty S2. Maximální naměřená hodnota byla 12,74 mg/g FW (čtvrtý odběr). Mezi čtvrtým a pátým odběrem celková antioxidační kapacita klesla o 30,06 % na hodnotu 8,91 mg/g FW.

U varianty S4 byl pozorován pokles mezi prvním (8,45 mg/g FW) a druhým měřením (6,81 mg/g FW). Dále se v průběhu třetího a čtvrtého měření TAC zvýšila o 84,43 %. V pátém odběru byla naměřena hodnota 9,30 mg/g FW.



Graf 29 Obsah TAC v listech u odrůdy 'Müller Thurgau' [mg AAE/g FW] v závislosti na objemu závlivky a čase
 $F = 2,50$; $p < 0,05$

Graf 30 dokládá, jak se měnila celková antioxidační kapacita v listech *V. vinifera* 'Sauvignon'. Na základě testu ANOVA bylo zjištěno, že zde existuje statisticky významný rozdíl, protože hodnota p je nižší, než hladina významnosti $\alpha = 0,05$.

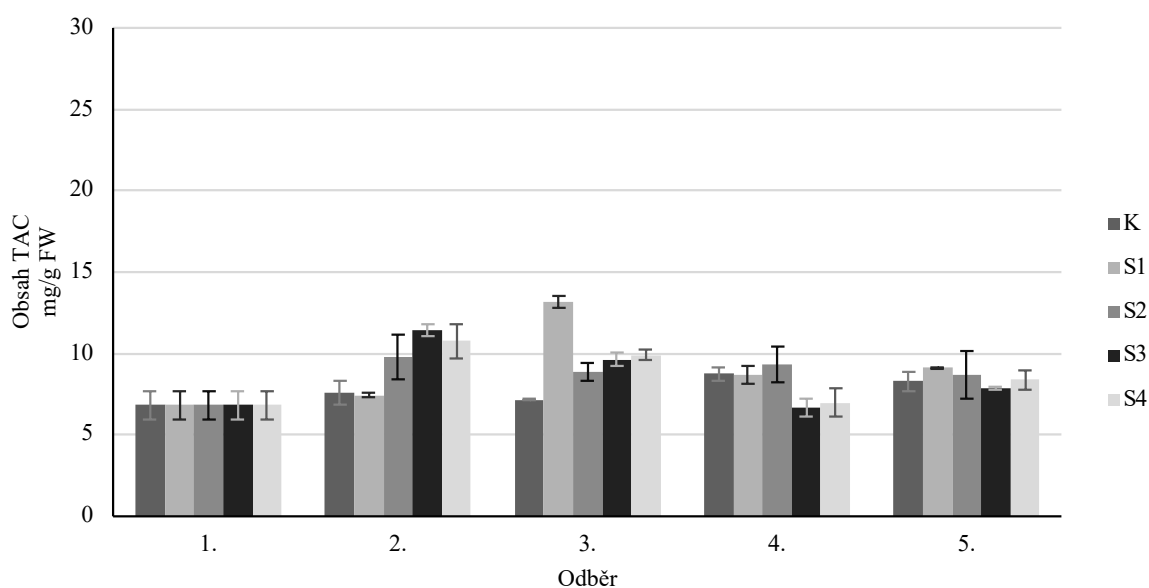
V prvním odběru byla hodnota antioxidační kapacity 6,81 mg/g FW. V případě kontrolní varianty se TAC v průběhu prvních tří odběrů v podstatě neměnila. Mezi třetím a čtvrtým odběrem došlo ke zvýšení antioxidační kapacity o 28,19 % na hodnotu 8,73 mg/g FW, která byla zjištěna i v posledním odběru.

U varianty S1 celková antioxidační kapacita rostla v průběhu prvních tří odběrů na maximální naměřenou hodnotu 13,18 mg/g FW, při čtvrtém odběru byl zaznamenán pokles na hodnotu 9,15 mg/g FW, která byla stálá až do konce experimentu.

U druhé pokusné varianty (S2) byla nejnižší hodnota TAC naměřena v prvním odběru (6,81 mg/g FW), který byl ještě ošetřen normálně, nejvyšší hodnota celkové antioxidační kapacity byla pak naměřena v odběru druhém (9,80 mg/g FW). Následně hodnoty TAC kolísaly v rozmezí 8,68 mg/g FW – 9,34 mg/g FW.

Celková antioxidační kapacita u varianty S3 se mezi prvním a druhým odběrem zvýšila o 67,84 % na hodnotu 11,43 mg/g FW. Následně v průběhu třetího a čtvrtého odběru došlo k poklesu na nejnižší naměřenou hodnotu u této varianty (6,66 mg/g FW). V pátém termínu byla hodnota TAC 7,88 mg/g FW.

U varianty S4 byl sledován stejný trend, jako v případě varianty S3. Nejvyšší naměřená hodnota celkové antioxidační kapacity byla naměřena při druhém odběru (10,75 mg/g FW) a nejnižší hodnota byla naměřena ve čtvrtém odběrovém termínu (6,96 mg/g FW).



Graf 30 Obsah TAC v listech u odrůdy 'Sauvignon' [mg AAE/g FW] v závislosti na objemu závlivky a čase
 $F = 12,01$; $p < 0,05$

Graf 31 demonstruje vliv objemu zálivky na obsah TAC u genotypu 'Modrý Portugal'. Test ANOVA ukázal, že je zde alespoň jeden statisticky významný rozdíl, jelikož $p < \alpha = 0,05$.

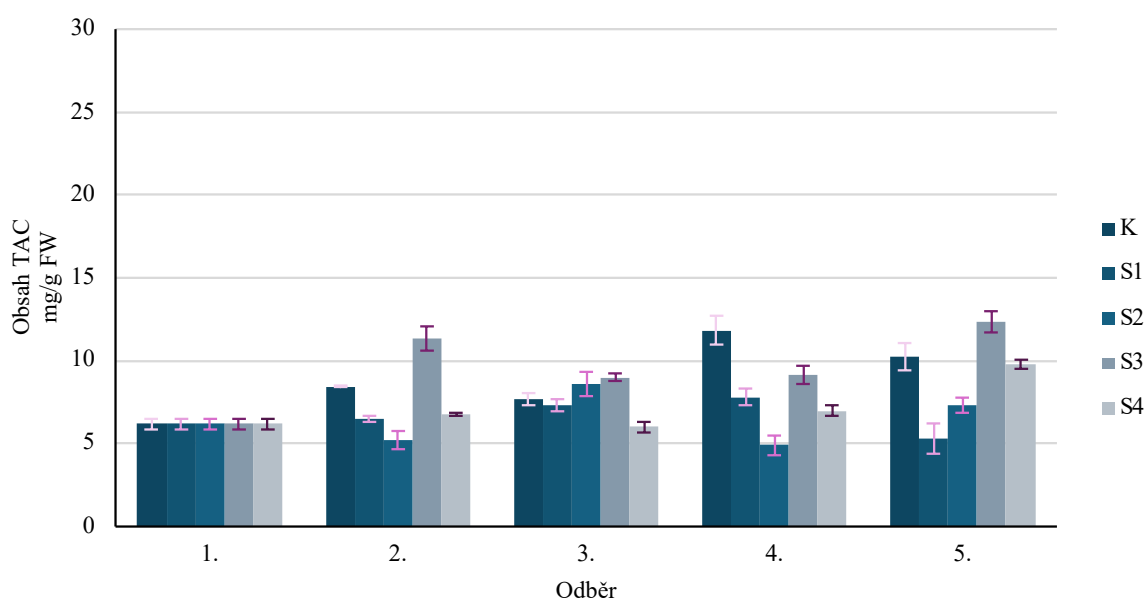
V případě kontrolní varianty vzrostla hodnota TAC mezi prvním a druhým termínem o 37,01 % na hodnotu 8,44 mg/g FW. Při třetím odběru byl zaznamenán pokles celkové antioxidační kapacity na hodnotu 7,70 mg/g, ve čtvrtém termínu se antioxidační kapacita zvýšila o 53,38 % (11,81 mg/g FW). V pátém odběru klesla celková antioxidační kapacita na hodnotu 10,24 mg/g FW.

U varianty S1 se TAC zvyšovala až do čtvrtého odběru (7,79 mg/g FW), po tomto nárůstu došlo mezi čtvrtým a pátým odběrem k poklesu o 31,84 % na nejnižší naměřenou hodnotu (5,31 mg/g FW) u této zálivkové varianty.

V případě varianty S2 antioxidační kapacita klesla mezi prvním (6,16 mg/g FW) a druhým odběrem (5,21 mg/g FW), ve třetím odběru byl zaznamenán nárůst o 64,68 % (8,99 mg/g FW). Ve čtvrtém odběru byla naměřena nejnižší hodnota TAC pro variantu S2 (4,87 mg/g FW). Mezi čtvrtým a pátým odběrem došlo k nárůstu o 50,31 % na hodnotu 7,32 mg/g FW.

U varianty S3 se antioxidační aktivita zvýšila mezi prvním a druhým odběrem na hodnotu 11,33 mg/g FW. Ve třetím termínu došlo ke snížení TAC (8,99 mg/g FW), následně až do konce experimentu hodnoty celkové antioxidační kapacity rostly na nejvyšší naměřenou hodnotu 12,34 mg/g FW zjištěnou v pátém odběru.

U čtvrté pokusné varianty hodnota TAC mezi prvním a druhým odběrem stoupla (6,75 mg/g FW). Mezi druhým a třetím odběrem došlo k poklesu o 11,41 % na hodnotu 5,98 mg/g FW. Při pátém odběru byla naměřena nejvyšší hodnota celkové antioxidační kapacity pro tuto variantu 9,78 mg/g FW.



Graf 31 Obsah TAC v listech u odrůdy 'Modrý Portugal' [mg AAE/g FW] v závislosti na objemu zálivky a čase
 $F = 5,63$; $p < 0,05$

Z grafu 32 vyplývá, jak se měnily hodnoty antioxidační kapacity v listech odrůdy 'Rulandské modré'. Ani u tohoto souboru dat nebyla hodnota p vyšší než hladina významnosti $\alpha = 0,05$, tudíž zde existuje minimálně jeden statisticky významný rozdíl.

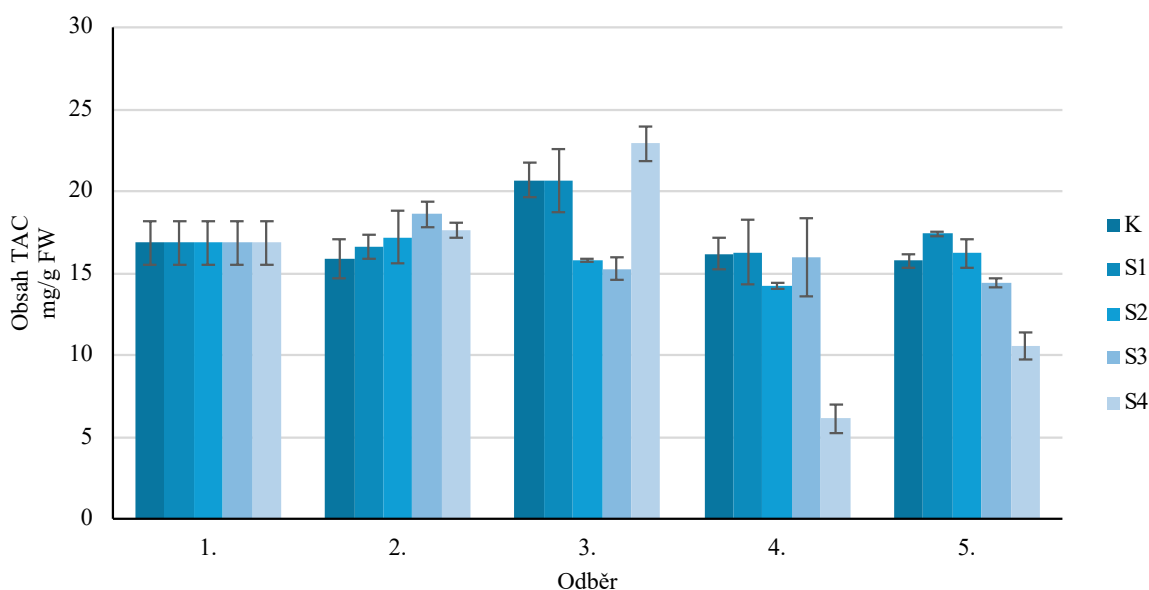
V případě kontrolní varianty klesl obsah TAC o 5,76 % mezi prvním (16,85 mg/g FW) a druhým (15,88 mg/g FW) odběrem. Do třetího odběru se antioxidační kapacita zvýšila na hodnotu 20,67 mg/g FW. Mezi třetím a čtvrtým odběrem TAC klesla na stálou hodnotu 16,21 mg/g FW.

U varianty S1 se hodnota TAC mezi prvním a druhým odběrem nelišila (16,85 mg/g FW). Ve třetím odběru došlo k navýšení hodnot o 22,49 % na nejvyšší hodnotu u této varianty 20,64 mg/g FW. Během čtvrtého a pátého odběru hodnota TAC postupně klesala na nejnižší naměřenou hodnotu 16,29 mg/g FW.

U varianty S2 byly hodnoty TAC obdobné. Nejvyšší obsah byl naměřen v druhém odběru (17,21 mg/g FW) a nejnižší hodnota byla naměřena v odběru čtvrtém (14,24 mg/g FW).

U varianty S3 byl pozorován stejný průběh, jako v případě varianty S2. Nejvyšší hodnota TAC byla naměřena v druhém odběru (18,60 mg/g FW) a nejnižší hodnota byla naměřena v odběru třetím (15,25 mg/g FW).

V případě varianty S4 hodnoty celkové antioxidační kapacity v průběhu prvních tří měření postupně stoupaly na nejvyšší naměřenou hodnotu u této varianty (22,93 mg/g FW). Mezi třetím a čtvrtým odběrem klesla TAC o 73,27 % na nejnižší naměřenou hodnotu u této varianty (6,13 mg/g FW). V posledním odběru byla naměřena hodnota TAC 10,58 mg/g FW.



Graf 32 Obsah TAC v listech u odrůdy 'Rulandské modré' [mg AAE/g FW] v závislosti na objemu zátlivky a čase
 $F = 31,31$; $p < 0,05$

Z grafu 33 je patrné, jak se měnily hodnoty TAC v listech u variety 'Tramín červený' v závislosti na použitém objemu závlivky a čase. V rámci statistického šetření bylo zjištěno, že hodnota p je menší než hladina významnosti $\alpha = 0,05$. V tomto souboru dat tedy existuje alespoň jeden statisticky významný rozdíl.

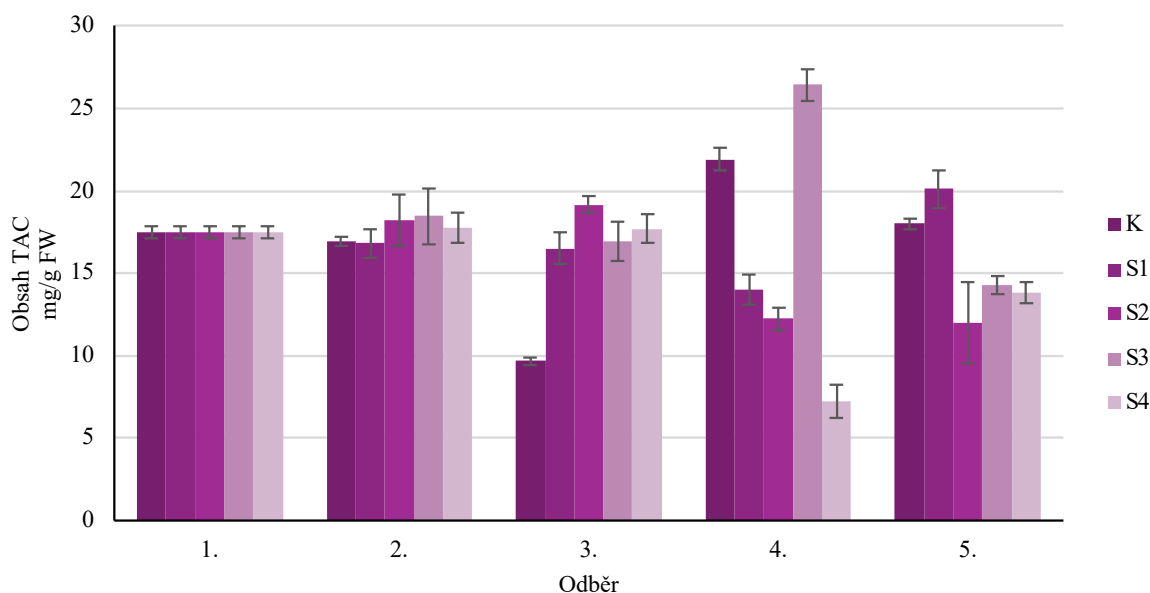
U kontrolní varianty TAC postupně klesala na nejnižší naměřenou hodnotu 9,70 mg/g FW zjištěnu při třetím odběru. Mezi třetím a čtvrtým odběrem se celková antioxidační kapacita zvýšila na hodnotu 21,93 mg/g FW. V pátém odběru hodnota klesla o 17,78 % na hodnotu 18,03 mg/g FW.

V případě pokusné varianty S1 se celková antioxidační kapacita postupně snižovala v rámci prvních čtyř měření na nejnižší naměřenou hodnotu 14,00 mg/g FW. V pátém odběru hodnota celkové antioxidační kapacity vzrostla o 43,86 % na nejvyšší naměřenou hodnotu u této varianty (20,14 mg/g FW).

U varianty S2 se celkové antioxidační kapacity zvýšil o 9,45 % na nejvyšší naměřenou hodnotu 19,16 mg/g FW. Tento nárůst byl vystřídán poklesem během čtvrtého a pátého odběru na nejnižší naměřený TAC 1,99 mg/g FW.

Celková antioxidační kapacita u varianty S3 se zvýšila mezi prvním měřením (17,50 mg/g FW) a druhým měřením (18,47 mg/g FW). Při třetím odběru byla zjištěna nižší hodnota TAC (16,92 mg/g FW). Mezi třetím a čtvrtým odběrem došlo ke zvýšení antioxidační kapacity o 52,21 % (26,43 mg/g FW). V pátém odběru byla naměřena nejnižší antioxidační aktivita u této varianty (14,30 mg/g FW).

U varianty S4 byla naměřená hodnota antioxidační aktivity v průběhu prvních tří měření stejná (17,50 mg/g FW). Při čtvrtém odběru byl zaznamenán pokles o 58,86 % na hodnotu 7,20 mg/g FW. V pátém odběrovém termínu byla naměřena hodnota TAC 13,79 mg/g FW.



Graf 33 Obsah TAC v listech u odrůdy 'Tramín červený' [mg AAE/g FW] v závislosti na objemu závlivky a čase
 $F = 54,38$; $p < 0,05$

Graf 34 dokládá, jak se měnil obsah TAC u genotypu 'Ryzlink rýnský' v závislosti na objemu zálivky a čase. Na základě testu ANOVA bylo zjištěno, že $p < \alpha = 0,05$, tudíž zde existuje alespoň jeden statisticky významný rozdíl.

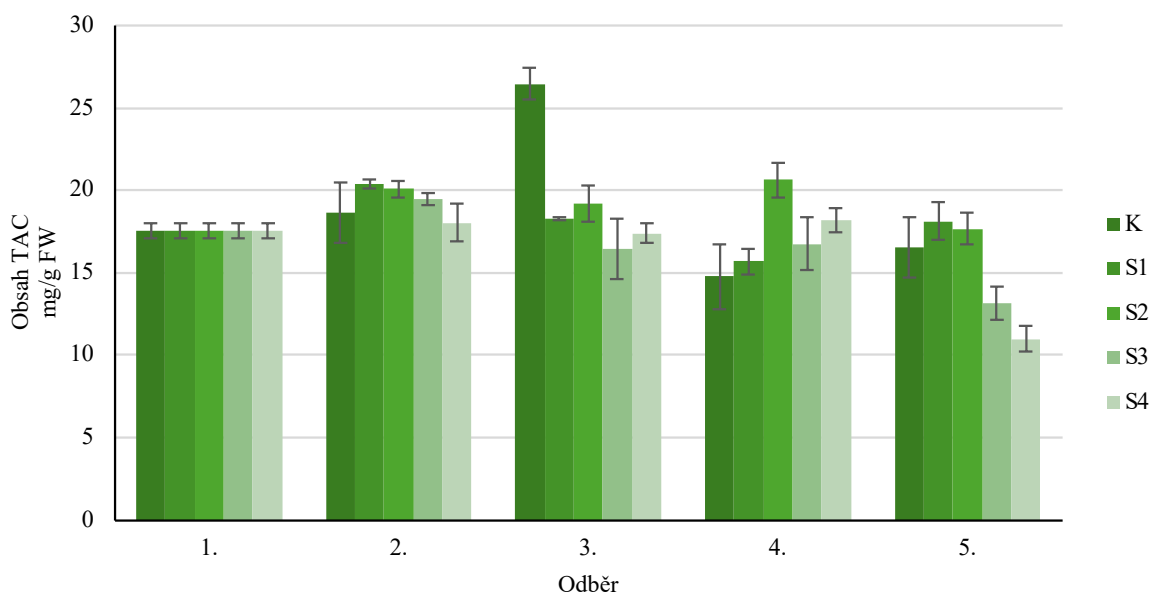
U kontrolní varianty se TAC postupně zvyšovala na nejvyšší naměřenou hodnotu 26,45 mg/g FW (třetí odběr) následně došlo ke snížení o 45,33 %. V pátém odběru byla naměřena hodnota 16,53 mg/g FW.

U varianty S1 se hodnoty TAC v průběhu času zvyšovaly a klesaly. Nejvyšší hodnota byla naměřena v druhém odběru (20,38 mg/g FW) a nejnižší hodnota byla naměřena v odběru čtvrtém (15,71 mg/g FW).

U varianty S2 se zvýšil obsah TAC mezi prvním a druhým odběrem o 14,55 %. Ve třetím odběru byla hodnota TAC 19,19 mg/g FW. Mezi třetím a čtvrtým odběrem obsah TAC stoupl o 7,45 %. V pátém odběru byla naměřena hodnota 17,66 mg/g FW.

U varianty S3 došlo k nárůstu hodnot mezi prvním a druhým odběrem o 11,07 %. Poté se až do konce pokusu celková antioxidační kapacita vyjádřená jako ekvivalent obsahu kyseliny askorbové snižovala až na hodnotu 13,13 mg/g FW (pátý odběr).

U varianty S4 byla TAC v průběhu prvních čtyř měření relativně stejná (17,53 mg/g FW). V posledním odběru klesla hodnota o 37,19 %.



Graf 34 Obsah TAC v listech u odrůdy 'Ryzlink rýnský' [mg AAE/g FW] v závislosti na objemu zálivky a čase
 $F = 14,79$; $p < 0,05$

Graf 35 demonstruje změny TAC v listech v závislosti na odrůdě a na zvoleném objemu zálivky. Ze zjištěné hodnoty p vyplývá, že v tomto souboru dat existuje alespoň jeden statisticky významný rozdíl.

U odrůdy 'Müller Thurgau' byla naměřena nejvyšší hodnota TAC u varianty S2 (10,11 mg/g FW) což je o 9,07 % více, než obsahovala kontrolní varianta (9,07 mg/g FW). Naopak nejnižší obsah byl naměřen u varianty S1 (8,21 mg/g FW) což je o 9,48 % méně v porovnání s kontrolní variantou.

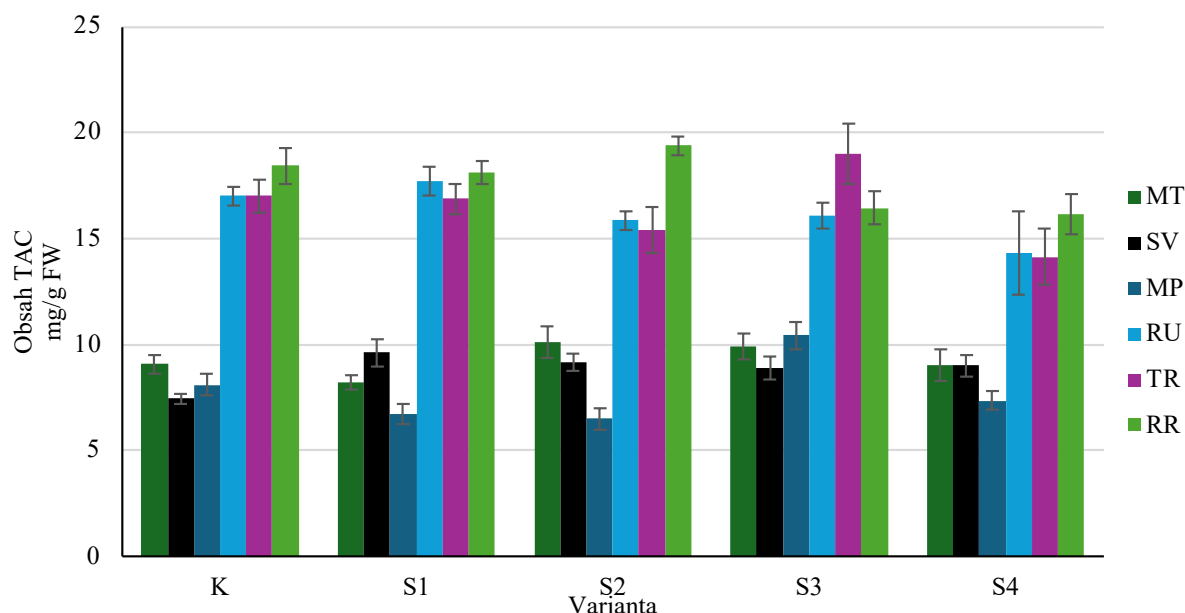
Kontrolní varianta u odrůdy 'Sauvignon' obsahovala 7,45 mg/g FW, což je zároveň nejnižší naměřená hodnota. Nejvyšší TAC vykazovala varianta S1 (9,61 mg/g).

V případě odrůdy 'Modrý Portugal' byl obsah TAC u kontrolní varianty 8,10 mg/g FW. Nejnižší hodnota (6,49 mg/g FW) byla naměřena u varianty S2, rozdíl mezi těmito dvěma variantami činí 19,88 %. Naopak nejvyšší množství TAC bylo naměřeno u varianty S3 (10,45 mg/g FW) což je o 29,01 % více než u kontrolní varianty.

U odrůdy 'Rulandské modré' byla nejvyšší hodnota naměřena u varianty S1 (17,74 mg/g FW). U kontrolní varianty byl naměřen obsah celkové antioxidační aktivity 17,01 mg/g FW. Nejnižší obsah TAC byl naměřen u varianty S4 (14,32 mg/g FW) což je o 15,81 % méně než u kontrolní varianty.

U odrůdy 'Tramín červený' byla nejvyšší antioxidační kapacita zaznamenána u varianty S4 (19,03 mg/g FW). Nejnižší hodnota byla zaznamenána u varianty S2 (15,87 mg/g FW). U kontrolní varianty byla hodnota celkové antioxidační kapacity 17,02 mg/g FW.

U odrůdy 'Ryzlink rýnský' byla u kontrolní varianty naměřena hodnota TAC 18,42 mg/g FW. Nejvyšší obsah byl zjištěn u varianty S2 (19,39 mg/g FW), což je rozdíl 5,21 %. Nejnižší obsah TAC byl naměřen u varianty S4 (16,15 mg/g FW) což je rozdíl o 12,37 % v porovnání s kontrolní variantou.



Graf 35 Rozdíly obsahu TAC v závislosti na odrůdě a objemu zálivky [mg AAE/g FW]
 $F = 17,83; p < 0,05$

6 Diskuse

V pokusu byly pěstovány vybrané odrůdy *Vitis vinifera*: 'Ryzlink rýnský', 'Rulandské modré', 'Tramín červený', 'Müller Thurgau', 'Modrý Portugal' a 'Sauvignon'. U uvedených odrůd byl sledován vliv snížené záливky na množství obsahových látek v listech. Sledovanými obsahovými látkami byly: malondialdehyd, fenolické látky, fenolické kyseliny, flavonoidy a celková antioxidační kapacita.

V rámci hypotéz uvedených výše (Kapitola 2) se experimentální část práce zabývala následujícími cíli. U zmíněných odrůd *V. vinifera* byly sledovány změny koncentrace obsahových látek v listech. Rovněž byly z tohoto pohledu porovnávány i případné rozdílné reakce mezi vybranými odrůdami v závislosti na působícím stresu.

6.1 Malondialdehyd (MDA)

Z výše uvedených dat (Kapitola 5.1) je patrné, že lze potvrdit obě hypotézy. Vliv snížené záливky se projevil změnami koncentrace MDA u všech sledovaných odrůd a mezi vybranými odrůdami byla rozdílná odpověď v závislosti na působícím stresu.

Z výsledků této práce (Graf 7) vyplývá, že různé objemy záливky měly výrazný vliv na obsah malondialdehydu v rostlinách *V. vinifera*. Je patrné, že objem kontrolní záливky, 120 ml, mohl působit na rostliny spíše negativně, jelikož právě v této variantě došlo k většímu poškození membrán než u pokusné varianty S1, která byla zavlažována objemem 90 ml.

Gomes et al. (2023) zkoumali vliv vodního deficitu v kombinaci s aplikací kyseliny salicylové u *V. vinifera* 'BRS Vitória'. Pro porovnání s výsledky předkládanými v této práci (Kapitola 5.1) byla v potaz brána kontrolní data (sledování redukováného objemu záливky bez aplikace kys. salicylové). Redukované objemy záливky byly v jejich práci nastaveny na 60, 80, 100 (kontrolní varianta) a 120 % evapotranspirace (ET). Data v této práci ukazují, že došlo ke zvýšení obsahu MDA u záливkových variant: 60, 80 a 120 % ET. Tyto výsledky jsou v souladu s výsledky v předkládané práci.

Lukšić et al. (2023) porovnávali čtyři chorvatské odrůdy *V. vinifera* s druhem *V. sylvestris* a došli k závěru, že obsah MDA závisí jak na objemu snížené záливky, tak i na použité odrůdě. U rostlin *V. vinifera* 'Plavac mali', 'Tribidrag' a *V. sylvestris* došlo k poklesu obsahu MDA v rámci sníženého obsahu záливky. Oproti tomu u rostlin *V. vinifera* 'Istrian Malvasia' a 'Graševina' došlo se sníženým obsahem záливky k nárůstu obsahu MDA v listech. Podobné výsledky byly sledovány i u některých odrůd v této práci – například snížení koncentrace MDA u odrůdy 'Tramín červený' (Graf 5) a naopak zvýšení u odrůdy 'Sauvignon' (Graf 2).

K obdobným výsledkům dospěl i výzkum Shamoradi et al. (2019), kteří sledovali vliv redukováné záливky na biochemické změny v listech u šesti stolních odrůd *V. vinifera*. Jedním sledovaným parametrem byl také výtok elektrolytů, který demonstroval stabilitu membrán. Z jejich výsledků vyplývá, že s redukováným objemem záливky se zvyšoval výtok elektrolytů, který je důsledkem snížené stability membrán (Sairam et al. 2001).

Ke shodnému závěru došli také Karami et al. (2017) sledovali při skleníkovém pokusu vliv snížené záливky společně s vlivem usazeného prachu na listech dvouletých rostlin *V. vinifera* 'Bidaneh Sefid' po dobu dvou let. Z jejich výsledků vyplývá, že u jimi použité odrůdy se obsah MDA v listech se sníženým objemem záливky zvyšuje. Porovnávány byly

pouze výsledky u rostlin, na které působil stres suchem. Podobné výsledky zjistili také Toumi et al. (2008). Ti sledovali vliv snížené záливky na obsah MDA u čtyř stolních odrůd révy vinné v průběhu 24 dní. Uvádí, že se MDA tvořilo nejvíce u nejcitlivějšího genotypu a popisuje, že obsah malondialdehydu koreloval s úrovní citlivosti každého genotypu.

Ju et al. (2018) ve své práci popsali vliv sucha na obsah malondialdehydu u rostlin *V. vinifera* 'Cabernet sauvignon'. Jejich výsledky ukazují, že vlivem déletrvajícího sucha roste obsah MDA. Podobné výsledky byly pozorovány v předkládané práci u odrůdy 'Sauvignon' (Graf 2). Pokus vedli v Kanadském městě Oakville. Rostliny révy byly zavlažovány pouze během přirozených srážek, kdy nebyla použita žádná doplňková závlaha.

Vodní deficit se rovněž může projevit jako sekundární projev zasolení (Angon et al. 2022). To dokládají Karimi et al. (2023), kteří sledovali vliv zasolení na pěti stolních odrůdách *V. vinifera*, 'Asgari', 'Crimson Seedless', 'Flame Seedless', 'Shiraz' a 'Sultana'. Tyto variety byly zalévány rozdílnými koncentracemi solného roztoku (25 mM – 100 mM NaCl). Uvádí, že se zvyšující se koncentrací solného roztoku rostl obsah MDA v listech. Při koncentraci 100 mM NaCl naměřili nejnižší obsah MDA u odrůdy 'Flame Seedless' a naopak nejvyšší u 'Sultana'. Růst MDA v listech přisuzují zvyšující se koncentraci NaCl a výběrem odrůdy. Přestože se tato práce vlivem NaCl nezabývala, tak výsledky uvedené v této práci jsou v souladu se výsledky těchto autorů.

Z výsledků experimentální části této diplomové práce je patrné, že množství záливky a použitá odrůda ovlivňuje obsah malondialdehydu v listech vinné révy.

6.2 Fenolické látky (TPC)

Z výsledků experimentální části lze opět potvrdit obě hypotézy. Vliv snížené záливky se projevil změnami koncentrace TPC u všech sledovaných odrůd a mezi vybranými odrůdami byla rozdílná odpověď v závislosti redukováném objemu záливky.

Ze získaných dat je patrné, že snížený objem záливky způsobuje snížení obsahu fenolických látek u většiny pokusných variant v porovnání s variantou kontrolní. U odrůdy 'Sauvignon' snížený objem záливky však způsobil zvýšení obsahu fenolických látek. V případě odrůdy 'Müller Thurgau' byl vyšší obsah fenolických látek naměřen také u variant S2 a S3. U variant S1 a S4 byl ale obsah TPC nižší než u kontrolní varianty (Graf 14).

Barreales et al. (2019) také sledovali vliv snížené záливky na celkový obsah fenolických látek v listech *Vitis vinifera* 'Touriga' v závislosti na čase. Z jejich výsledků vyplývá, že se TPC v listech snižoval v závislosti na redukováném objemu záливky v čase. Snížení množství TPC v listech vysvětlují inhibicí některých enzymů, které jsou zapojeny do metabolických drah důležitých pro syntézu fenolických látek. Jako možný faktor této inhibice uvádí právě množství vody. To je v souladu s výsledky předloženými v této práci. Stejný trend byl pozorován u odrůd 'Rulandské modré' (Graf 11), 'Tramín červený' (Graf 12) a 'Ryzlink rýnský' (Graf 13). Nicméně nelze s jistotou říci, zda jsou tato data relevantní, jelikož rostliny *Vitis vinifera* 'Touriga' a *V. vinifera* 'Rulandské modré' byly dvouleté a odběr vzorků probíhal v termínech kvetení, tvorby plodů a zrání,

Naproti tomu Griesser et al. (2015) pozorovali vliv vodního deficitu na množství obsahových látek u tříletých rostlin *V. vinifera* 'Rulandské modré'. Rostliny byly pěstovány

v kontejnerech o objemu 3 l, v hlinitopísčité půdě. Před začátkem experimentu byly všechny rostliny zalévány 200 ml vody každý den. Při zahájení pokusu byly rostliny kontrolní varianty zavlažovány dennodenně 250 ml vody, pokusné rostliny byly bez závlahy. Sledovali míru stresu na několika fenolických sloučeninách. Jejich data ukazují, že vlivem sníženého objemu zálivky došlo ke zvýšení obsahu fenolických látek v závislosti na redukovaném objemu zálivky. V této práci byla také použita odrůda 'Rulandské modré' (Graf 11), ale bylo zjištěno, že se obsah TPC v závislosti na snížené zálivce snižuje.

Obdobné výsledky publikovali Bahar et al. (2011) s podobným schématem experimentu. Na přelomu srpna a září pěstovali tři odrůdy révy vinné ('Chardonnay', 'Merlot' a 'Cabernet Sauvignon'), u kterých zkoumali nárazovou změnu obsahu zálivkové vody za normálních podnebných podmínek. K rostlinám, které byly pěstovány tak, aby byly uchráněny před srážkami, byla přivedena voda pomocí kapkové závlahy. Podle varianty byly rostliny zavlažovány objemem šest až devět litrů vody po šesti hodinách každý den. K analýze jejich dat byla použita metoda dle Folin-Ciocalteu (FCI = Folin-Ciocalteu Index). Jako výsledek použité analýzy uvádí, že v podmínkách dobré zálivky (kontrolní varianta) byly hodnoty FCI nižší než v podmínkách snížené zálivky. Tento trend pozorovali u všech odrůd. Obdobný trend hodnot v této práci vykazovaly odrůdy 'Müller Thurgau' (Graf 8), 'Sauvignon' (Graf 9) a 'Modrý Portugal' (Graf 10).

Lze konstatovat, že stejně, jako v případě obsahu MDA závisí obsah TPC na použité varietě révy vinné, protože i výsledky publikované zahraničními autory, které se zabývají podobnou problematikou, se liší v závislosti na použité odrůdě nebo druhu révy vinné.

6.3 Flavonoidy (TFC)

Na základě výsledků předložených v této práci jsou potvrzeny obě hypotézy, jelikož se u jednotlivých odrůd projevil redukovaný objem zálivky změnami koncentrací celkového obsahu flavonoidů v listech a zároveň jednotlivé odrůdy rozdílně reagovaly na stres způsobený sníženým objemem zálivky.

Graf 21 ukazuje, že se koncentrace TFC zvýšila u odrůd 'Müller Thurgau', s výjimkou varianty S4 a 'Sauvignon' s výjimkou varianty S1. Naopak u odrůd 'Modrý Portugal', 'Rulandské modré', 'Tramín červený' a 'Ryzlink rýnský' se koncentrace obsahu flavonoidů v průběhu experimentu vlivem redukované zálivky snižovala.

Griesser et al. (2015) sledovali vliv stresu ze sucha na obsah fenolických sloučenin *V. vinifera* 'Rulandské modré' v rámci skleníkového pokusu, jak bylo uvedeno v Kapitole 6.2. Zjistili, že vlivem sucha se obsah flavonoidů v průběhu pokusu, který trval osm dní, zvyšoval. Obdobný výsledek vykazuje i odrůda 'Modrý Portugal' (Graf 17).

Naproti tomu Hochberg et al. (2013) sledovali účinky vodního stresu na změny v metabolismu dvou odrůd révy, konkrétně 'Cabernet Sauvignon' a 'Shiraz'. Z jejich závěru vyplývá, že ačkoli kleslo množství fenolických sloučenin u obou sledovaných genotypů. U variety 'Shiraz' se významně zvýšil obsah flavonoidních glykosidů (kvercetin-3-O-galaktosid a rutin), u odrůdy 'Cabernet Sauvignon' obsah těchto látek zůstal stejný. Podobně v této práci u odrůd 'Müller Thurgau' a 'Sauvignon' (Graf 21) obsah flavonoidů stoupal v závislosti na redukovaném objemu zálivky. Oproti tomu u odrůdy 'Modrý Portugal' (Graf 21)

byl v průběhu měření pozorován relativně stejný obsah TFC v závislosti na objemu závlivky, s výjimkou varianty S3, kde byl naměřen nejvyšší obsah. Pérez-Álvarez et al. (2021) porovnávali vliv regulované závlivky s přirozenými srážkami semiaridního podnebí (Albacete, jihovýchod Španělska) na obsah fenolických látek a antioxidační aktivitu u variety 'Mourvèrde'. Pro regulovaný (optimální) systém závlivky byla použita Penmen-Moneith metoda pro výpočet půdní vody navržená celosvětovou Organizací pro výživu a zemědělství (FAO). Z výsledků, které uvádí ve své práci vyplývá, že rostliny, které rostly v podmínkách optimální závlahy, obsahují nižší množství flavonoidů než rostliny bez regulované závlahy. Stejný trend hodnot vykazovaly v předkládané práci odrůdy 'Ryzlink rýnský' a 'Tramín červený' (Graf 21).

Jak vyplývá z této práce, obsah flavonoidů je proměnlivý v závislosti na použité odrůdě. Tento závěr potvrzují také Hanzouli et al. (2024), kteří sledovali vliv zasolení na obsah flavonoidů u *Vitis vinifera* ssp. *sylvestris*, konkrétně odrůdy 'Ouchtata' a 'Djebba'. U první uvedené odrůdy došlo k nárůstu flavonoidů u stresované varianty, u druhé odrůdy naopak obsah flavonoidů klesl.

6.4 Fenolické kyseliny (PAC)

Na základě výsledků, které jsou uvedeny v předchozí kapitole, lze potvrdit stanovené hypotézy. Vliv závlivky se projevil změnami v koncentraci fenolických kyselin v listech *V. vinifera*. Odpověď jednotlivých odrůd na stres, který byl navozen regulovaným objemem závlivky, byla rozdílná.

Graf 28 ukazuje porovnání odpovědi na stres mezi odrůdami v závislosti na redukovaném objemu závlivky. U odrůdy 'Müller Thurgau' se zvýšil obsah PAC u redukovaných objemů závlivky s výjimkou varianty S1. Naopak u odrůdy 'Tramín červený' byl naměřen obsah PAC u redukovaných objemů nižší v porovnání s kontrolní variantou, s výjimkou varianty S1, kdy se obsah PAC nelišil v porovnání s kontrolní variantou. V případě odrůdy 'Rulandské modré' se obsah PAC v závislosti na objemu závlivky nelišil.

Stejně jako v případě předchozích skupin metabolitů lze uvést, že záleží na sledované odrůdě. Król et al. (2014) testovali vliv redukované závlivky po dobu dvou týdnů (první týden snížení vlhkosti substrátu ze 70 % na 30 %, druhý týden udržování vlhkosti substrátu na hodnotě 30 %) u *Vitis vinifera* 'Kizsmisz Łuczistyj'. Z jejich výsledků vyplývá, že s redukovaným objemem závlivky v čase dochází ke snížení obsahu fenolických kyselin v listech. Stejný trend byl v této práci pozorován například u odrůdy 'Ryzlink rýnský' (Graf 27).

Naproti tomu Griesser et al. (2015) pozorovali vliv vodního deficitu na množství obsahových látek u *V. vinifera* 'Rulandské modré'. Jejich práce se zabývala analýzou několika fenolických kyselin, jejichž obsah se zvýšil v závislosti na sníženém objemu závlivky a čase. Stejný trend byl pozorován v předložené práci, například u odrůdy 'Sauvignon' (Graf 23).

Zarrouk et al. (2012) popisovali vliv závlahového režimu v závislosti na fenofázi, na obsahové látce u rostlin révy vinné 'Tempranillo' v průběhu dvou let na soukromé vinici v Jižním Portugalsku. Rostliny byly zavlažovány ve třech závlahových režimech, kdy se rozdíl v množství závlahové vody lišil podle rozmístění kapkovačů (průtok 2,5 l/h) na vodním potrubí. U varianty s nejlepšími podmínkami závlahy byly kapkovače umístěny ve vzdálenosti 0,5 m, u varianty s regulovaným objemem závlahy byly kapkovače v rozmezí 1 m a byla zde i varianta

bez závlahy. Z jejich výsledků vyplývá, že závlaha nemá zásadní vliv na obsah fenolických kyselin.

K obdobnému výsledku došli Cabral et al. (2022), kteří sledovali během tří let projev vlivu vodního deficitu u odrůdy 'Touriga Nacional'. Uvádí, že se obsah fenolických kyselin u této odrůdy vlivem vodního deficitu příliš nelišil. Tento závěr je shodný s daty naměřenými u odrůdy 'Rulandské modré' v závislosti na objemu závlahy a odrůdě (Graf 28).

Fenolické kyseliny spolu s flavonoidy jsou podskupinou fenolických sloučenin. Výsledky TPC, TFC a PAC by měly mít podobný průběh, což tato práce potvrzuje (Grafy 14, 21 a 28).

6.5 Celková antioxidační aktivita (TAC)

Na základě dat uvedených v předchozí kapitole (Kapitola 5.5) lze potvrdit navržené hypotézy, jelikož mezi jednotlivými odrůdami existují statisticky významné rozdíly v odpovědi na stres. Zároveň bylo potvrzeno, že se vliv závlahy projevil změnami antioxidační aktivity v listech *V. vinifera*.

Hodnoty TAC v grafu 35 mají ve srovnání s grafem 7 (MDA) opačný trend hodnot jednotlivých odrůd. V grafu 7 mají nejvyšší hodnoty odrůdy 'Müller Thurgau', 'Sauvignon' a 'Modrý Portugal', zatímco v grafu 35 mají nejvyšší hodnoty odrůdy 'Rulandské modré', 'Tramín červený' a 'Ryzlink rýnský'. Lze tedy usuzovat, že odrůdy, u kterých byla zjištěna vyšší TAC a zároveň nižší obsah MDA mají lepší schopnost aktivovat obranné mechanismy, kterými se brání před volnými radikály v rámci stresové reakce.

U odrůdy 'Sauvignon' došlo k pozvolnému nárůstu celkové antioxidační kapacity. Naproti tomu u odrůdy 'Ryzlink rýnský', s výjimkou varianty S3, byl pozorován opačný trend. Celková antioxidační kapacita klesala v závislosti na redukovaném objemu závlahy (Graf 35).

Obdobné výsledky uvádí Ashori et al. (2019), kteří sledovali vliv redukované závlahy na antioxidační aktivitu u tří odrůd stolních odrůd v průběhu dvou let. Z výsledků jejich pozorování za rok 2016 vyplývá, že se vlivem redukované závlahy zvyšuje antioxidační aktivita. Naproti tomu jejich výsledky z roku 2015 ukazují, že v případě nejnižší varianty závlahy (40 % vlhkosti substrátu) u odrůdy 'Keshmesí' celková antioxidační kapacita klesla. Tento výsledek je shodný například s daty naměřenými u odrůdy 'Ryzlink rýnský' (Graf 34).

Analogické výsledky publikovali i Song et al. (2012), kteří porovnávali celkovou antioxidační aktivitu v závislosti na redukované závlahy při porovnání mezi rostlinami, kterým byla foliárně aplikována reflexní vrstva na bázi kaolinu a rostlinami bez této aplikace. Bylo zjištěno, že se celková antioxidační aktivita zvyšuje s redukovaným objemem závlahy. Pro porovnání výsledků byla použita data naměřená u rostlin bez foliární aplikace.

S výše uvedenými výsledky se shoduje i práce Aran et al. (2017), kteří zkoumali vliv snížené závlahy na morfologické a fyziologické vlastnosti tří odrůd révy vinné ('Yaghooti', 'Bidanesefid' a 'Askari'). Schéma jejich pokusu bylo rozvrženo na tři pokusné varianty (střední vodní deficit, silný vodní deficit a opětovná závlaha po skončení silného vodního deficitu) a jednu kontrolní. Autoři popsali, že s nižším objemem závlahové vody se zvyšuje antioxidační aktivita. U varianty, která byla zalita po působení stresu se antioxidační kapacita snížila na hodnoty obdobné kontrolní variantě.

7 Závěr

Cílem této práce bylo zjistit, jak se měnily koncentrace obsahových látek v listech u vybraných odrůd révy vinné pod snižující se zálivkou, a zároveň byla případná změna sledována z hlediska jednotlivých odrůd.

- Vlivem snížené zálivky došlo ke změně obsahu koncentrace sledovaných látek v listech v porovnání s kontrolní variantou, čímž byla potvrzena první alternativní hypotéza a zamítnuta hypotéza nulová.
- Následně bylo srovnáním výsledků jednotlivých odrůd *Vitis vinifera* L. zjištěno, že různé genotypy měly odlišnou odpověď v závislosti na objemu redukované zálivky a délce působení stresu, čímž byla potvrzena druhá hypotéza.
- Obsah MDA byl v rámci porovnání odrůd u 'Müller Thurgau', 'Sauvignon' a 'Modrý Portugal' vyšší, naopak odrůdy 'Rulandské modré', 'Tramín červený' a 'Ryzlink rýnský' obsahovaly MDA méně v rámci kontrolních variant.
- Největší poškození membrán bylo pozorováno u odrůdy 'Sauvignon', následované 'Müller Thurgau' u vzorků s redukovaným objemem zálivky. V případě SV u varianty S3 (81,60 nmol/g FW); MT u varianty S3 (80,27 nmol/g FW). Naproti tomu nejnižší poškození membrán nastalo u genotypů 'Rulandské modré' a 'Tramín červený'. U objemů zálivky 120 ml (23,07 nmol/g FW) u 'Rulandské modré' a 90 ml (23,79 nmol/g FW) u odrůdy 'Tramín červený'.
- Nejvyšší celkový obsah fenolických látek byl zjištěn u odrůd 'Müller Thurgau' a 'Sauvignon' pěstovaných v redukovaném objemu zálivky 60 ml. U odrůdy 'Müller Thurgau' byla naměřena hodnota 6,69 mg/g FW a u 'Sauvignon' byl obsah TPC 6,14 mg/g FW. Naopak nejnižší celkový obsah byl pozorován u odrůd 'Rulandské modré' v případě zálivkové varianty S4 a 'Tramín červený' při redukovaném objemu zálivky 60 ml. U obou těchto variant byla naměřena hodnota 3,80 mg/g FW.
- Naměřené hodnoty flavonoidů byly obdobné s hodnotami zjištěnými u celkového objemu fenolických látek. Nejvyšší obsah flavonoidů byl naměřen u odrůdy 'Müller Thurgau' zavlažované redukovaným objemem 60 ml (11,89 mg/g FW) a u odrůdy 'Modrý Portugal' u zálivky 30 ml (11,43 mg/g FW). Nejnižší TFC byl zjištěn u odrůd 'Rulandské modré' pěstované ve variantě S4 a 'Tramín červený' pěstovaný ve variantě S2. U obou těchto variant byla naměřena shodná hodnota 5,04 mg/g FW.
- Nejvyšší obsah fenolických kyselin byl naměřen u odrůdy 'Sauvignon', pěstované v redukované závlaze 30 ml (20,06 mg/g FW) společně s odrůdou 'Müller Thurgau' u varianty S2 (19,95 mg/g FW). Naproti tomu byl nejnižší obsah fenolických kyselin zaznamenán u odrůdy 'Rulandské modré' zavlažované redukovaným objemem 15 ml (8,89 mg/g FW) a 'Ryzlink rýnský' se stejným objemem zálivky (9,09 mg/g FW).
- U odrůd, u kterých bylo zjištěno vysoké poškození membrán, byla naměřena nízká antioxidační aktivita. V případě odrůd, u kterých bylo zjištěno nižší poškození membrán, byla naměřena vyšší antioxidační aktivita.
- Nejvyšší antioxidační aktivita byla naměřena u odrůdy 'Ryzlink rýnský', která byla zavlažována objemem 60 ml (19,39 mg/g FW), spolu s varetou 'Modrý Portugal' v zálivkové variantě S3 (10,45 mg/g FW). Naopak nejnižší antioxidační aktivita byla zjištěna u odrůdy 'Modrý Portugal', která rostla v zálivkové variantě S2

(6,49 mg/g FW) spolu s genotypem 'Sauvignon' v kontrolním objemu zálivky (7,45 mg/g FW).

- Z hlediska uvedených výsledků bylo pozorováno, že hodnoty sledovaných obsahových látek a antioxidační aktivity byly v průběhu poměrně proměnlivé. Nicméně z uvedených výsledků biochemických parametrů lze říci, že jako relativně odolná odrůda vůči redukované zálivce se v provedeném experimentu jeví 'Tramín červený'. Na snížené množství vody pak oproti kontrole hůře reagovala odrůda 'Sauvignon'.

8 Literatura

- Adamiak, K.; Kurzawa, M.; Sionkowska, A. Physicochemical Performance of Collagen Modified by Melissa officinalis Extract. Online. *Cosmetics*. 2021, roč. 8, č. 4. ISSN 2079-9284. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/cosmetics8040095>
- Agati, G.; Azzarello, E.; Pollastri, S.; Tattini, M. Flavonoids as antioxidants in plants: Location and functional significance. Online. *Plant Science*. 2012, roč. 196, s. 67-76. ISSN 01689452. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2012.07.014>
- Alché, J. D. A concise appraisal of lipid oxidation and lipoxidation in higher plants. Online. *Redox Biology*. 2019, roč. 23. ISSN 22132317. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.redox.2019.101136>
- Angon, P. B.; Tahjib-Ul-Arif, M.; Samin, S. I.; Habiba, U; Hossain, M. A. et al. How Do Plants Respond to Combined Drought and Salinity Stress?—A Systematic Review. Online. *Plants*. 2022, roč. 11, č. 21. ISSN 2223-7747. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/plants11212884>
- Aran, M., Abedi, B., Tehranifar, A. a Parsa, M. Effects of Drought Stress and Rewatering on some Morphological and Physiological Properties of Three Grapevine Cultivars. *Journal of Horticultural Science*. 2017, 31(2), 315-326.
- Ashori, M.; Ghasemnezhad, M.; Biglouei, M. H. Influence of post-véraison water deficit on berries yield and quality of three table grape cultivars. *Advances in Horticultural Science*, 2019, 33.1: 67-76.
- Ashraf, M., & Harris, P. (Ed.). (2005). *Abiotic stresses: plant resistance through breeding and molecular approaches*. CRC press. ISBN 1-56022-964-0
- Ayala, A.; Muñoz, M. F.; Argüelles, S. Lipid Peroxidation: Production, Metabolism, and Signaling Mechanisms of Malondialdehyde and 4-Hydroxy-2-Nonenal. Online. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2014, roč. 2014, s. 1-31. ISSN 1942-0900. Dostupné z: <https://doi.org/10.1155/2014/360438>
- Bahar, E. A.; Carbonneau I.; Korkutal. The effect of extreme water stress on leaf drying limits and possibilities of recovering in three grapevine (*Vitis vinifera* L.) cultivars. *African Journal of Agricultural Research*. 2011, 6(5), 1151 - 1160. ISSN 1991-637
- Bärlocher, F. a Graça, M. A. S. Total Phenolics. Online. In: Bärlocher, Felix; Gessner, Mark O. a Graça, M.A.S. (ed.). *Methods to Study Litter Decomposition*. Cham: Springer International Publishing, 2020, s. 157-161. ISBN 978-3-030-30514-7. Dostupné z: https://doi.org/10.1007/978-3-030-30515-4_18
- Barreales, D.; Malheiro, R.; Pereira, J. A.; Verdial, J.; Bento, A. et al. Effects of irrigation and collection period on grapevine leaf (*Vitis vinifera* L. var. Touriga Nacional): Evaluation of the phytochemical composition and antioxidant properties. Online. *Scientia Horticulturae*. 2019, roč. 245, s. 74-81. ISSN 03044238. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.09.073>
- Bosco de Oliveira, A. (ed.). *Abiotic and Biotic Stress in Plants*. Online. IntechOpen, 2019. ISBN 978-1-78923-811-2. Dostupné z: <https://doi.org/10.5772/intechopen.77845>

- Bublíková, L. Situační a výhledová zpráva réva vinná a víno. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2023. ISBN 978-80-7434-687-3.
- Burešová, P. & Pavloušek, P. Vše, co byste měli vědět o víně: a nemáte se koho zeptat. Praha: Grada, 2015. ISBN 978-80-247-4351-6.
- Burg, P.: The influence of drip irrigation on the quality of vine grapes. *Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun.*, 2008, LVI, No. 1, pp. 31–36
- Cabral, I. L.; Teixeira, A.; Lanoue, A.; Unlubayir, M.; Munsch, T. et al. Impact of Deficit Irrigation on Grapevine cv. 'Touriga Nacional' during Three Seasons in Douro Region: An Agronomical and Metabolomics Approach. Online. *Plants*. 2022, roč. 11, č. 6. ISSN 2223-7747. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/plants11060732>.
- Catalá, A.; Díaz, M. Editorial: Impact of Lipid Peroxidation on the Physiology and Pathophysiology of Cell Membranes. Online. *Frontiers in Physiology*. 2016, roč. 7. ISSN 1664-042X. Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00423>
- Český lékopis 2017 = Pharmacopoea Bohemica MMXVII (Ph. B. MMXVII). 4. díl, Evropská část, Národní část / Ministerstvo zdravotnictví České republiky. První vydání. Praha: Grada Publishing, a.s., 2017.
- Daldoul, S.; Hanzouli, F.; Fares, N.; Tabbene, O.; Zemni, H. et al. Enhancing biological activities and phenolic content of wild grapevine roots by severe drought stress. Online. *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*. S. 1-10. ISSN 1126-3504. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/11263504.2023.2299871>
- Ding, Y.; Gong, X.; Xing, Z.; Cai, H.; Zhou, Z. et al. Attribution of meteorological, hydrological and agricultural drought propagation in different climatic regions of China. Online. *Agricultural Water Management*. 2021, roč. 255. ISSN 03783774. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.106996>
- Fedoroff, N. V.; Battisti, D. S.; Beachy, R. N.; Cooper, P. J. M.; Fischhoff, D. A. et al. Radically Rethinking Agriculture for the 21st Century. Online. *Science*. 2010, roč. 327, č. 5967, s. 833-834. ISSN 0036-8075. Dostupné z: <https://doi.org/10.1126/science.1186834>
- Filippi, A.; Petrusa, E.; Braidot, E. Flavonoid facilitated/passive transport: Characterization of quercetin microsomal uptake by a DPBA-dependent assay. Online. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Bioenergetics*. 2016, roč. 1857. ISSN 00052728. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.bbabi.2016.04.162>
- Gomes, I. P. F. de A.; Dantas, C. D. M. de S.; Aires, E. S.; Ono, E. O. Ácido salicílico em mudas de videira cultivar 'BRS Vitória' sob estresse hídrico. Online. *Semina: Ciências Agrárias*. 2023, roč. 44, č. 6, s. 2229-2248. ISSN 1679-0359. Dostupné z: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2023v44n6p2229>.
- Goufo, P.; Singh, R. K.; Cortez, I. A Reference List of Phenolic Compounds (Including Stilbenes) in Grapevine (*Vitis vinifera* L.) Roots, Woods, Canes, Stems, and Leaves. Online. *Antioxidants*. 2020, roč. 9, č. 5. ISSN 2076-3921. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/antiox9050398>.
- Griesser, M.; Weingart, G.; Schoedl-Hummel, K.; Neumann, N.; Becker, M. et al. Severe drought stress is affecting selected primary metabolites, polyphenols, and volatile metabolites in grapevine leaves (*Vitis vinifera* cv. Pinot noir). Online. *Plant Physiology and Biochemistry*. 2015, roč. 88, s. 17-26. ISSN 09819428. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2015.01.004>

- Gumul, D.; Korus, J.; Achremowicz B.: The influence of extrusion on the content of polyphenols and antioxidant/antiradical activity of rye grains (*secale cereale* l.). *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 2007, 6.4: 103-111.
- Halliwell, B., & Gutteridge, J. M. C. *Free Radicals in Biology and Medicine*. 2015, Oxford University Press.
- Hanzouli, F.; Zemni, H.; Gargouri, M.; Boubakri, H.; Mliki, A. et al. Evidence of an active role of resveratrol derivatives in the tolerance of wild grapevines (*Vitis vinifera* ssp. *sylvestris*) to salinity. Online. *Journal of Plant Research*. 2024, roč. 137, č. 2, s. 265-277. ISSN 0918-9440. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10265-023-01515-y>
- Hättenschwiler, S. & Vitousek, P. M. The role of polyphenols in terrestrial ecosystem nutrient cycling. Online. *Trends in Ecology & Evolution*. 2000, roč. 15, č. 6, s. 238-243. ISSN 01695347. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(00\)01861-9](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(00)01861-9)
- Hluchý, M. *Obrazový atlas chorob a škůdců ovocných dřevin a révy vinné: ochrana ovocných dřevin a révy vinné v integrované produkci*. Brno: Biocont Laboratory, 1997. ISBN 80-901874-8-x.
- Hochberg, U.; Degu, A.; Toubiana, D.; Gendler, T.; Nikoloski, Z. et al. Metabolite profiling and network analysis reveal coordinated changes in grapevine water stress response. Online. *BMC Plant Biology*. 2013, roč. 13, č. 1. ISSN 1471-2229. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/1471-2229-13-184>.
- Chang, F. Meteorological Conditions during Heat Waves and Droughts in the United States Great Plains. Online. *Monthly Weather Review*. 1987, roč. 115, s. 1253–1269. Dostupné z: [https://doi.org/10.1175/1520-0493\(1987\)115<1253:MCDHWA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0493(1987)115<1253:MCDHWA>2.0.CO;2).
- Chen, J.; Yang, J.; Ma, L.; Li, J.; Shahzad, N. et al. Structure-antioxidant activity relationship of methoxy, phenolic hydroxyl, and carboxylic acid groups of phenolic acids. Online. *Scientific Reports*. 2020, roč. 10, č. 1. ISSN 2045-2322. Dostupné z: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-59451-z>.
- Ismail, A; Marjan, Z; Foong, C. Total antioxidant activity and phenolic content in selected vegetables. Online. *Food Chemistry*. 2004, roč. 87, č. 4, s. 581-586. ISSN 03088146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.01.010>
- Ju, Y.; Yue, X.; Zhao, X.; Zhao, H.; Fang, Y. Physiological, micro-morphological and metabolomic analysis of grapevine (*Vitis vinifera* L.) leaf of plants under water stress. Online. *Plant Physiology and Biochemistry*. 2018, roč. 130, s. 501-510. ISSN 09819428. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2018.07.036>
- Kadioglu, A; Terzi, R. A Dehydration Avoidance Mechanism: Leaf Rolling. Online. *The Botanical Review*. 2007, roč. 73, č. 4, s. 290-302. ISSN 0006-8101. Dostupné z: [https://doi.org/10.1663/0006-8101\(2007\)73\[290:ADAMLR\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1663/0006-8101(2007)73[290:ADAMLR]2.0.CO;2)
- Karami, L.; Ghaderi, N.; Javadi, T. 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>
- Karimi, R.; Merati, M.; Shayganfar, A. Phytochemical characterization of five commercial *Vitis vinifera* cultivars in response to salinity. Online. *Acta Physiologiae Plantarum*.

- 2023, roč. 45, č. 9. ISSN 0137-5881. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s11738-023-03588-7>
- Keshavarz Mirzamohammadi, H.; Modarres-Sanavy, S. A. M.; Sefidkon, F.; Mokhtassi-Bidgoli, A.; Mirjalili, M. H. Irrigation and fertilizer treatments affecting rosmarinic acid accumulation, total phenolic content, antioxidant potential and correlation between them in peppermint (*Mentha piperita* L.). Online. *Irrigation Science*. 2021, roč. 39, č. 5, s. 671-683. ISSN 0342-7188. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00271-021-00729-z>
- Koblížek J. (1997): *Vitis* L. – réva. – In: Slavík B., Chrtek J. jun. & Tomšovic P. (eds), *Květena České republiky* 5, p. 441–445, Academia, Praha.
- Kosová, K.; Vítámvás, P.; Prášil, I. T.; Renaut, J. Plant proteome changes under abiotic stress — Contribution of proteomics studies to understanding plant stress response. Online. *Journal of Proteomics*. 2011, roč. 74, č. 8, s. 1301-1322. ISSN 18743919. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2011.02.006>
- Król, A.; Amarowicz, R. a Weidner, S. Changes in the composition of phenolic compounds and antioxidant properties of grapevine roots and leaves (*Vitis vinifera* L.) under continuous of long-term drought stress. Online. *Acta Physiologiae Plantarum*. 2014, roč. 36, č. 6, s. 1491-1499. ISSN 0137-5881. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s11738-014-1526-8>
- Kúdela, V. *Abiotikózy rostlin: poruchy, poškození a poranění*. Academia, 2013.
- Kumar, N.; Goel, N. Phenolic acids: Natural versatile molecules with promising therapeutic applications. Online. *Biotechnology Reports*. 2019, roč. 24. ISSN 2215017X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.btre.2019.e00370>
- Kumar, S.; Abedin, M. M.; Singh, A. K.; DAS, S. Role of Phenolic Compounds in Plant-Defensive Mechanisms. Online. In: LONE, Rafiq; SHUAB, Razia a KAMILI, Azra N. (ed.). *Plant Phenolics in Sustainable Agriculture*. Singapore: Springer Singapore, 2020, s. 517-532. ISBN 978-981-15-4889-5. Dostupné z: https://doi.org/10.1007/978-981-15-4890-1_22
- León, J.; Castillo, M. C.; Gayubas, B.; Gibbs, D. The hypoxia–reoxygenation stress in plants. Online. *Journal of Experimental Botany*. 2021, roč. 72, č. 16, s. 5841-5856. ISSN 0022-0957. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/jxb/eraa591>
- Ludvíková I., et al. *Přehled odrůd révy Odrůdy*. [2022] -. [Velké Bílovice]: Svaz vinařů České republiky, [2020] -. ISBN 978-80-7401-182-5.
- Lukšić, K.; Mucalo, A.; Smolko, A.; Brkljačić, L.; Marinov, L. et al. Biochemical Response and Gene Expression to Water Deficit of Croatian Grapevine Cultivars (*Vitis vinifera* L.) and a Specimen of *Vitis sylvestris*. Online. *Plants*. 2023, roč. 12, č. 19. ISSN 2223-7747. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/plants12193420>
- Mandal, M.; Sarkar, M.; Khan, A.; Biswas, M.; Masi, a. et al. Reactive Oxygen Species (ROS) and Reactive Nitrogen Species (RNS) in plants– maintenance of structural individuality and functional blend. Online. *Advances in Redox Research*. 2022, roč. 5. ISSN 26671379. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.arres.2022.100039>
- Marchiosi, R.; Dos Santos, W.D.; Constantin, R. P.; De Lima, R. B.; Soares, A. R. et al. Biosynthesis and metabolic actions of simple phenolic acids in plants. Online. *Phytochemistry Reviews*. 2020, roč. 19, č. 4, s. 865-906. ISSN 1568-7767. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s11101-020-09689-2>

- Maroušek, J. EDICE STAVÍME. Edice stavíme: Zavlažování. 1. vyd. Brno: ERA Group, spol. s r.o., 2008. ISBN 978-80-7366-119-9
- Mishra, A. K.; SINGH, Y. P. A review of drought concepts. Online. Journal of Hydrology. 2010, roč. 391, č. 1-2, s. 202-216. ISSN 00221694. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2010.07.012>
- Mohammadkhani; H. R.; Abbaspour, N. Effects of salinity on antioxidant system in four grape (*Vitis vinifera* L.) genotypes. *Vitis*, 2013, 52.3: s 105-110.
- Mosa, K. A.; Ismail, A.; Helmy, M.. Plant Stress Tolerance. Online. SpringerBriefs in Systems Biology. Cham: Springer International Publishing, 2017. ISBN 978-3-319-59377-7. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-59379-1>
- Muhammad Arslan Ashraf. Waterlogging stress in plants: A review. Online. AFRICAN JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH. 2012, roč. 7, č. 13. ISSN 1991637X. Dostupné z: <https://doi.org/10.5897/AJARX11.084>
- Nováček, F. Fytochemické základy botaniky. Vyd. 2., dopl. Olomouc: Fontána, [2008]. ISBN 978-80-7336-457-1.
- Osakabe, Y.; Osakabe, K.; Shinozaki, K.; Tran, P. Response of plants to water stress. Online. Frontiers in Plant Science. 2014, roč. 5. ISSN 1664-462X. Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00086>
- Paulová, H. et al. Metody stanovení antioxidační aktivity přírodních látek in vitro. Chemické listy, 98, 174-179, (2004).
- Pavloušek, P. Encyklopedie révy vinné. Brno: Computer Press, 2007. ISBN 978-80-251-1704-0.
- Pérez-Álvarez, E. P.; Intrigliolo, D. S.; Almajano, M. P.; Rubio-Bretón, P. a Garde-Cerdán, T. Effects of Water Deficit Irrigation on Phenolic Composition and Antioxidant Activity of Monastrell Grapes under Semiarid Conditions. Online. Antioxidants. 2021, roč. 10, č. 8. ISSN 2076-3921. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/antiox10081301>.
- Piterková, J. et al. Oxidativní stres: Lokalizace tvorby aktivních forem kyslíku a jejich degradace v rostlinném organismu. Chem. Listy, 2005, 99: 455-466.
- Prieto, P.; Pineda, M.; Aguilar, M. Spectrophotometric Quantitation of Antioxidant Capacity through the Formation of a Phosphomolybdenum Complex: Specific Application to the Determination of Vitamin E. Online. Analytical Biochemistry. 1999, roč. 269, č. 2, s. 337-341. ISSN 00032697. Dostupné z: <https://doi.org/10.1006/abio.1999.4019>.
- Rudenko, N. N.; Vetoshkina, D. V.; Marenkova, T. V. a Borisova-Mubarakshina, M. M. Antioxidants of Non-Enzymatic Nature: Their Function in Higher Plant Cells and the Ways of Boosting Their Biosynthesis. Online. Antioxidants. 2023, roč. 12, č. 11. ISSN 2076-3921. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/antiox12112014>.
- Sairam R.K., Srivastava G.C. (2001). Water Stress Tolerance of Wheat (*Triticum aestivum* L.): Variations in Hydrogen Peroxide Accumulation and Antioxidant Activity in Tolerant and Susceptible Genotypes. *J Agro Crop Sci* 186: 63–70.
- Saxena, M.; Saxena, J.; Pradhan, A. Flavonoids and phenolic acids as antioxidants in plants and human health, *Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res.* 16(2), 130 (2012).
- Shabala, S. (ed.). Plant stress physiology. Online. UK: CABI, 2017. ISBN 9781780647296. Dostupné z: <https://doi.org/10.1079/9781780647296.0000>

- Shahmoradi, M.; Shekafandeh A; Eshghi S. Physiological and Biochemical Changes of Some Grapevine Cultivars under Different Irrigation Regimes. *Agric. conspec. sci.* [online]. 2019, 84(4), 371 - 382 Dostupné z: <https://core.ac.uk/reader/481967968>
- Singleton, V. L., & Rossi, J. A.: Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158 (1965).
- Skinkis, P. OREGON STATE UNIVERSITY. PARTS OF THE GRAPE VINE: FLOWERS & FRUIT. Lodi Wine Growers [online]. 2022 Dostupné z: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2021.735275/full>
- Song, J.; Shellie, K. C.; Wang, H.; Qian, M. C. Influence of deficit irrigation and kaolin particle film on grape composition and volatile compounds in Merlot grape (*Vitis vinifera* L.). Online. *Food Chemistry*. 2012, roč. 134, č. 2, s. 841-850. ISSN 03088146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.02.193>
- Starý, M., et al. Vybrané statě z vodního hospodářství krajiny, VUT FAST v Brně, 2007
- Šafránková, I. Poruchy, poškození a choroby révy vinné. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2007. 77 s. ISBN 978-80-7375-100-5
- Taiz, L., et al. *Plant physiology and development* (No. Ed. 6). Sinauer Associates Incorporated. 2015
- Talbi, S.; Rojas, J. A.; Sahrawy, M.; Rodríguez-Serrano, M.; Cárdenas, K. E. et al. Effect of drought on growth, photosynthesis and total antioxidant capacity of the saharan plant *Oudenea africana*. Online. *Environmental and Experimental Botany*. 2020, roč. 176. ISSN 00988472. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2020.104099>
- Toscano, S.; Franzoni, G.; Álvarez, S. (ed.). *Drought Stress in Horticultural Plants*. Online. MDPI, 2023. ISBN 978-3-0365-6518-7. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/books978-3-0365-6518-7>
- Toumi, I.; Gargouri, M.; Nouairi, I.; Moschou, P. N.; Ben Salem-Fnayou, A. et al. Water stress induced changes in the leaf lipid composition of four grapevine genotypes with different drought tolerance. Online. *Biologia plantarum*. 2008, roč. 52, č. 1, s. 161-164. ISSN 00063134. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10535-008-0035-2>
- Tsanova-Savova, S.; Ribarova, F.; Petkov, V. Quercetin content and ratios to total flavonols and total flavonoids in Bulgarian fruits and vegetables. *Bulg Chem Commun*, 2018, 50(1), 69-73
- Van Loon, A. et al. Drought in a human-modified world: reframing drought definitions, understanding, and analysis approaches, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 20, 3631–3650, <https://doi.org/10.5194/hess-20-3631-2016>, 2016.
- Wilcox, W. F.; Gubler, W. D.; Uyemoto, J. K. (ed.). *Compendium of grape diseases, disorders, and pests*. Second edition. Minnesota: APS Press, 2015. 232 s. ISBN 978-0-89054-479-2.
- Zarrouk, O.; Francisco, R.; Pinto-Marijuan, M.; Brossa, R.; Santos, R. R. et al. Impact of irrigation regime on berry development and flavonoids composition in Aragonez (Syn. Tempranillo) grapevine. Online. *Agricultural Water Management*. 2012, roč. 114, s. 18-29. ISSN 03783774. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2012.06.018>.

- Zhang, Y.; Liu, G.; Dong, H.; Li, C. Waterlogging stress in cotton: Damage, adaptability, alleviation strategies, and mechanisms. Online. *The Crop Journal*. 2021, roč. 9, č. 2, s. 257-270. ISSN 22145141. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.cj.2020.08.005>
- Zhang, Y. i; Luan, Q.; JIANG, J.; LI, Y. Prediction and Utilization of Malondialdehyde in Exotic Pine Under Drought Stress Using Near-Infrared Spectroscopy. Online. *Frontiers in Plant Science*. 2021, roč. 12. ISSN 1664-462X. Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.735275>
- Zhu, Ch.; Ding, Y.; Liu, H. MiR398 and plant stress responses. Online. *Physiologia Plantarum*. 2011, roč. 143, č. 1, s. 1-9. ISSN 0031-9317. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2011.01477.x>
- Zhu, J.K. Salt and drought stress signal transduction in plants. Online. *Annual Review of Plant Biology*. 2002, roč. 53, č. 1, s. 247-273. ISSN 1543-5008. Dostupné z: <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.53.091401.143329>.

§ 101 273/2010 Sb.: Platba k úhradě správy vodních toků a správy povodí. In: *254/2001 Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)*.

Malondialdehyde [online]. Dostupné z: <https://www.chemspider.com/Chemical-Structure.10499.html>

Monitoring sucha | chmi.cz [online]. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/aktualni-situace/sucho>

Shikimic acid [online]. Dostupné z: https://www.chemspider.com/Chemical-Structure.8412.html?rid=b87c9a79-99a5-43fe-8a68-84256ca1f0e0&page_num=0

StatSoft, Inc. (2013). STATISTICA (data analysis software system), version 12. www.statsoft.com

9 Seznam použitých zkratek a symbolů

MDA – malondialdehyd
TPC – celkový obsah fenolických látek
TFC – celkový obsah flavonoidů
PAC – celkový obsah fenolických kyselin
TAC – celková antioxidační aktivita
ROS – reaktivní formy kyslíku
RNS – reaktivní formy dusíku
GAE – kyselina gallová
AAE – kyselina askorbová
CAE – kyselina kávová
QE – quercetin

10 Seznam grafů, obrázků, rovnic a tabulek

<i>Graf 1</i> Změny obsahu MDA v listech u odrůdy 'Müller Thurgau' [nmol/g FW] v závislosti na objemu zálivky a čase	20
<i>Graf 2</i> Změny obsahu MDA v listech u odrůdy 'Sauvignon' [nmol/g FW] v závislosti na objemu zálivky a čase	21
<i>Graf 3</i> Změny obsahu MDA v listech u odrůdy 'Modrý Portugal' [nmol/g FW] v závislosti na objemu zálivky a čase	22
<i>Graf 4</i> Změny obsahu MDA v listech u odrůdy 'Rulandské modré' [nmol/g FW] v závislosti na objemu zálivky a čase	23
<i>Graf 5</i> Změny obsahu MDA v listech u odrůdy 'Tramín červený' [nmol/g FW] v závislosti na objemu zálivky a čase	24
<i>Graf 6</i> Změny obsahu MDA v listech u odrůdy 'Ryzlink rýnský' [nmol/g FW] v závislosti na objemu zálivky a čase	25
<i>Graf 7</i> Rozdíly obsahu MDA v závislosti na odrůdě a objemu zálivky [nmol/g FW]	26
<i>Graf 8</i> Změny obsahu TPC v listech u odrůdy 'Müller Thurgau' [mg GAE/g FW] v závislosti na objemu zálivky a čase	27
<i>Graf 9</i> Změny obsahu TPC v listech u odrůdy 'Sauvignon' [mg GAE/g FW] v závislosti na objemu zálivky a čase	28
<i>Graf 10</i> Změny obsahu TPC v listech u odrůdy 'Modrý Portugal' [mg GAE/g FW] v závislosti na objemu zálivky a čase	29
<i>Graf 11</i> Změny obsahu TPC v listech u odrůdy 'Rulandské modré' [mgGAE/g FW] v závislosti na objemu zálivky a čase	30
<i>Graf 12</i> Změny obsahu TPC v listech u odrůdy 'Tramín červený' [mg GAE/g FW] v závislosti na objemu zálivky a čase	31
<i>Graf 13</i> Změny obsahu TPC v listech u odrůdy 'Ryzlink rýnský' [mg GAE/g FW] v závislosti na objemu zálivky a čase	32
<i>Graf 14</i> Rozdíly obsahu TPC v závislosti na odrůdě a objemu zálivky [mg GAE/g FW]	33
<i>Graf 15</i> Obsah TFC v listech u odrůdy 'Müller Thurgau' [mg QE/g FW] v závislosti na objemu zálivky a čase	34
<i>Graf 16</i> Obsah TFC v listech u odrůdy 'Sauvignon' [mg QE/g FW] v závislosti na objemu zálivky a čase	35
<i>Graf 17</i> Obsah TFC v listech u odrůdy 'Modrý Portugal' [mg QE/g FW] v závislosti na objemu zálivky a čase	36
<i>Graf 18</i> Obsah TFC v listech u odrůdy 'Rulandské modré' [mg QE/g FW] v závislosti na objemu zálivky a čase	37
<i>Graf 19</i> Obsah TFC v listech u odrůdy 'Tramín červený' [mg QE/g FW] v závislosti na objemu zálivky a čase	38
<i>Graf 20</i> Obsah TFC v listech u odrůdy 'Ryzlink rýnský' [mg QE/g FW] v závislosti na objemu zálivky a čase	39
<i>Graf 21</i> Rozdíly obsahu TFC v závislosti na odrůdě a objemu zálivky [mg QE/g FW]	40
<i>Graf 22</i> Obsah PAC v listech u odrůdy 'Müller Thurgau' [mg CAE/g FW] v závislosti na objemu zálivky a čase	41
<i>Graf 23</i> Obsah PAC v listech u odrůdy 'Sauvignon' [mg CAE/g FW] v závislosti na objemu zálivky a čase	42
<i>Graf 24</i> Obsah PAC v listech u odrůdy 'Modrý Portugal' [mg CAE/g FW] v závislosti na objemu zálivky a čase	43
<i>Graf 25</i> Obsah PAC v listech u odrůdy 'Rulandské modré' [mg CAE/g FW] v závislosti na objemu zálivky a čase	44
<i>Graf 26</i> Obsah PAC v listech u odrůdy 'Tramín červený' [mg CAE/g FW] v závislosti na objemu zálivky a čase	45
<i>Graf 27</i> Obsah PAC v listech u odrůdy 'Ryzlink rýnský' [mg CAE/g FW] v závislosti na objemu zálivky a čase	46
<i>Graf 28</i> Rozdíly obsahu PAC v závislosti na odrůdě a objemu zálivky [mg CAE/g FW]	47

Graf 29 Obsah TAC v listech u odrůdy 'Müller Thurgau' [mg AAE/g FW] v závislosti na objemu zálivky a čase	48
Graf 30 Obsah TAC v listech u odrůdy 'Sauvignon' [mg AAE/g FW] v závislosti na objemu zálivky a čase ..	49
Graf 31 Obsah TAC v listech u odrůdy 'Modrý Portugal' [mg AAE/g FW] v závislosti na objemu zálivky a čase	50
Graf 32 Obsah TAC v listech u odrůdy 'Rulandské modré' [mg AAE/g FW] v závislosti na objemu zálivky a čase.....	51
Graf 33 Obsah TAC v listech u odrůdy 'Tramín červený' [mg AAE/g FW] v závislosti na objemu zálivky a čase	52
Graf 34 Obsah TAC v listech u odrůdy 'Ryzlink rýnský' [mg AAE/g FW] v závislosti na objemu zálivky a čase	53
Graf 35 Rozdíly obsahu TAC v závislosti na odrůdě a objemu zálivky [mg AAE/g FW].....	54
Obrázek 1 Květenství révy vinné. (Autor: Patty Skinkis, Oregon State University)	3
Obrázek 2 Průběh stresové reakce. Upraveno dle Kosová (2011).	7
Obrázek 3 Vzorec malondialdehydu	11
Obrázek 4 Strukturní vzorec kyseliny šikimové	12
Obrázek 5 Průběh reakce stanovení MDA v listech. (Autor: Weitner et al. 2016).....	17
Obrázek 6 Průběh reakce stanovení celkového obsahu fenolických sloučenin. (Zdroj: Adamiak et al. 2021) .	17
Obrázek 8 Pokusné rostliny révy vinné (Autor: doc. Ing.František Hnilička, Ph.D.).....	19
Tabulka 1 Ampelografická charakteristika použitých odrůd. Zpracováno dle Pavlouška (2009).....	15
Tabulka 2 Fenologická charakteristika použitých odrůd. Zpracováno dle Pavlouška 2009.....	16
Tabulka 3 Přehled sledovaných variant s uvedeným množstvím zálivky.....	16