

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra botaniky a fyziologie rostlin



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Vliv vodního deficitu na obsah energie v orgánech révy
vinné**

Bakalářská práce

Autor práce: Šárka Břízová

Studijní program: Zahradnictví

Vedoucí práce: doc. Ing. František Hnilička, Ph.D.

© 2024 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci „Vliv vodního deficitu na obsah energie v orgánech révy vinné“ vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce pana doc. Ing. Františka Hniličky, Ph.D. s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci bakalářské práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 28.4.2024

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala zejména vedoucímu práce panu doc. Ing. Františku Hnilčkoví, Ph.D. za jeho podporu, vstřícný přístup, odbornou pomoc, cenné rady, poskytnuté materiály, poskytnutí vybavení laboratoře a čas věnovaný mé bakalářské práci. Dále děkuji dceři, partnerovi, rodině, kolegům v zaměstnání a přátelům za trpělivost, podporu a pomoc v průběhu celého mého studia.

Vliv vodního deficitu na obsah energie v orgánech révy vinné

Souhrn

V bakalářské práci byl sledován vodní deficit na obsah energie v orgánech révy vinné, způsobený omezenou zálivkou u třech genotypů révy vinné. Jednalo se o Rulandské šedé, Ryzlink rýnský a Tramín červený.

Schéma pokusu zahrnovalo pět variant pokusů, kdy varianta kontrolní byla zavlažována 120 ml vody a čtyři stresové varianty byly stresované vodním deficitem, a to omezením zálivky na 90 ml (S1), 60 ml (S2), 30 ml (S3) a 15 ml (S4). Pokus byl založen jako skleníkový, kdy rostliny byly pěstovány v nádobách s perlitem o velikosti 6x6 cm. Během pokusu se uskutečnilo šest odběrů rostlinného materiálu. V sušičce jednotlivých rostlinných orgánech byla pomocí spalné kalorimetrie sledována hodnota spalného tepla a translokace asimilátů.

Ze získaných výsledků vyplývá, že obsah energie klesal v následujícím pořadí: kořen, stonek, list. Byla potvrzena hypotéza, že vodní deficit ovlivňuje obsah energie v jednotlivých orgánech révy vinné. Nejnižší obsah energie byl zjištěn u kořenů kontrolních rostlin odrůdy Ryzlink rýnský ($14,29 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$). Naopak nejvyšší obsah energie byl zjištěn u kořenů stresovaných rostlin odrůdy Tramín červený ve 28. dnu odběru, varianty S1 ($15,88 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$). V případě stonků bylo stanoveno následující pořadí: Rulandské šedé (od $15,11 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$ do $15,53 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$), Ryzlink rýnský (od $14,90 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$ do $15,22 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$) a Tramín červený (od $15,30 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$ do $15,93 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$). Obsah energie listů byl nejnižší u Ryzlinku rýnského ve variantě kontrolní v 28. dnu odběru ($14,58 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$) a nejvyšší hodnoty u odrůdy Tramín červený, stresované varianty S1 a 7. dnu odběru ($15,90 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$). Obsah energie se zvyšoval v průběhu ontogenetického vývoje, kdy nejnižší hodnoty byly zjištěny u kořenů na začátku pokusu. Jenom u kořenů kontrolních rostlin v posledním odběru odrůdy Tramín červený byly zjištěny nižší hodnoty energie než na počátku pokusu ($14,48 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$). V případě stonků byl zaznamenán nárůst u většiny stresovaných variant, kromě odrůdy Tramín červený S3, a kontrolní varianty odrůdy Rulandské šedé a Tramín červený. Hodnoty spalného tepla listů se měnily v závislosti na délce pokusu, kdy vlivem ontogenetického vývoje dochází k translokaci asimilátových látek do ostatních rostlinných částí.

Klíčová slova: réva vinná, voda, vodní deficit, energie, spalná kalorimetrie

The effect of water deficit on energy content in grapevine organs

Summary

In the bachelor thesis, the water deficit effect on the energy content in the organs of grapevine caused by limited irrigation was studied across three grapevine genotypes: Rulandské šedé, Ryzlink rýnský, and Tramín červený.

The experimental design included five treatment variants, where the control variant was irrigated with 120 ml of water, and four stress variants were subjected to water deficit by limiting irrigation to 90 ml (S1), 60 ml (S2), 30 ml (S3), and 15 ml (S4). The experiment was conducted in a greenhouse, with plants grown in containers filled with perlite measuring 6x6 cm. Six samplings of plant material were carried out during the experiment. The calorimetric value of the heat of combustion and the translocation of assimilates were monitored in the dry matter of individual plant organs.

The results indicate that the energy content decreased in the following order: roots, stem, leaves. The hypothesis that water deficit affects the energy content in the various organs of grapevines was confirmed. The lowest energy content was found in the roots of control plants of the Ryzlink rýnský variety (14.29 kJ.g^{-1}). Conversely, the highest energy content was found in the roots of stressed plants of the Tramín červený variety on the 28th day of sampling, variant S1 (15.88 kJ.g^{-1}). For stems, the following order was determined: Rulandské šedé (from 15.11 kJ.g^{-1} to 15.53 kJ.g^{-1}), Ryzlink rýnský (from 14.90 kJ.g^{-1} to 15.22 kJ.g^{-1}), and Tramín červený (from 15.30 kJ.g^{-1} to 15.93 kJ.g^{-1}). The energy content of leaves was lowest in the Ryzlink rýnský variety in the control variant on the 28th day of sampling (14.58 kJ.g^{-1}) and highest in the Tramín červený variety, stressed variant S1, on the 7th day of sampling (15.90 kJ.g^{-1}). The energy content increased during ontogenetic development, with the lowest values found in the roots at the beginning of the experiment. Only in the roots of control plants in the final sampling of the Tramín červený variety were lower energy values found than at the beginning of the experiment (14.48 kJ.g^{-1}). An increase was recorded in most stressed variants for stems, except for the Tramín červený variety S3, and control variants of Rulandské šedé and Tramín červený. The heat of combustion values of the leaves varied depending on the duration of the experiment, as ontogenetic development led to the translocation of assimilate substances to other plant parts.

Keywords: Grapevine, water, water deficit, energy, combustion calorimetry.

Obsah

1	Úvod	8
2	Cíl práce, hypotézy.....	9
3	Literární rešerše.....	10
3.1	Botanická charakteristika révy vinné	10
3.2	Fenologická stádia.....	14
3.3	Historie a současnost pěstování	15
3.4	Obecná charakteristika vodního stresu	19
3.5	Vodní deficit jako stresový faktor	20
3.6	Vliv vodního deficitu na rostliny.....	21
3.7	Využití spalné kalorimetrie v biologii	24
4	Metodika a materiál.....	27
4.1	Založení pokusu.....	27
4.2	Pokusný materiál.....	28
4.2.1	Rulandské šedé	28
4.2.2	Ryzlink rýnský	29
4.2.3	Tramín červený	30
4.3	Stanovení hmotnosti sušiny	31
4.4	Stanovení spalného tepla	31
5	Výsledky.....	32
5.1	Změny obsahu energie u vybraných orgánů révy vinné	32
5.1.1	Rulandské šedé	32
5.1.2	Ryzlink rýnský	33
5.1.3	Tramín červený	33
5.2	Obsah energie v kořenech révy vinné	34
5.2.1	Obsah energie v kořenech.....	34
5.3	Obsah energie v nadzemní biomase	38
5.3.1	Obsah energie stonků.....	38
5.3.2	Obsah energie list	42
6	Diskuse	47
6.1	Obsah energie v kořenech	47
6.2	Obsah energie v nadzemí biomase.....	48
6.2.1	Obsah energie stonků.....	48
6.2.2	Obsah energie list	49
7	Závěr	50

8 Literatura.....	51
8.1 Literární zdroje	51
8.2 Internetové zdroje	55
9 Seznam použitých zkratk a symbolů	57
10 Seznam tabulek a obrázků	I

1 Úvod

Již několik desítek let se na celém světě probírají témata týkající se globálního oteplování a změn klimatických podmínek. Vodní deficit úzce souvisí se změnou klimatických podmínek a přináší velké problémy a následně i změny ve všech výrobních a potravinářských sektorech. Značné problémy přináší globální oteplování při pěstování kulturních plodin, kdy vodní deficit, tedy sucho či přísušek výrazně ovlivňuje produkci kulturních plodin.

Následkem globálního oteplování je, že se změnilo a pořád se mění klima našeho mírného pásu. Mezi celosvětově nejpěstovanější plodiny patří také réva vinná (*Vitis vinifera*), kterou také ovlivňuje vodní deficit. I když je réva vinná poměrně odolná vůči vodnímu deficitu, tak je výkyvy v počasí ovlivňována. Skoro pravidelně jsou léta horká a suchá bez srážek, podzimy bývají chladné a deštivé, toto počasí není pro révu vinnou moc příznivé, dochází k poruchám kvetení, zrání hroznů, špatnému růstu letorostů a vyzrání dřeva. Pro révu toto nepříznivé počasí způsobí škody na výnosech v daném roce, ale ovlivní i zdravotní stav keřů do let dalších.

Nejcitlivější na tyto vlivy jsou mladé rostliny, které ještě nejsou zcela vyvinuté. Jejich kořenový systém nesáhá do takových hloubek, kde by se nacházelo dostatečné množství vody.

Cílem práce bylo stanovit genotypové rozdíly v reakci na omezenou závlivku pomocí spalné kalorimetrie.

2 Cíl práce, hypotézy

Hypotézy práce:

- Existují genotypové rozdíly v reakci na omezenou závlivku.
- Ovlivňuje vodní deficit obsah energie v jednotlivých orgánech.
- Existují genotypové rozdíly v translokaci energeticky bohatých látek do jednotlivých orgánů révy vinné.

Cíl práce:

- Stanovit genotypové rozdíly révy vinné v reakci na vodní deficit pomocí metody spalné kalorimetrie.

Réva vinná byla vybrána pro zjištění, zda existují genotypové rozdíly v reakci na vodní deficit a zda lze pěstovat genotypy odolnější stresovému prostředí z vlivu vodního deficitu.

3 Literární rešerše

3.1 Botanická charakteristika révy vinné

Réva vinná (*Vitis vinifera* L.), na obr. 1, patří mezi celosvětově nejrozšířenější rostlinu z čeledi révovitých (*Vitaceae*). Réva vinná je liánovitá světlomilná a teplomilná rostlina, která se dělí na dva poddruhy. Prvním poddruhem je réva vinná pravá *Vitis vinifera* subsp. *vinifera*, druhým poddruhem je planá forma, réva vinná lesní *Vitis vinifera* subsp. *Sylvestris* (Kaplan et al. 2019).

Čeď *Vitaceae* L. zahrnuje přibližně 700 druhů zařazených do 14 rodů (Pavloušek 2011). Dle Kaplan et al. (2019) zahrnuje čeď *Vitaceae* několik set kultivarů révy vinné, v ČR se pěstují především bílé moštové odrůdy.

Dle This et al. (2006) většina těchto druhů roste v tropických a subtropických oblastech. Pro nás má nejvýznamnější hospodářský význam především rod *Vitis*, který zahrnuje přibližně 60 druhů. Většina hlavních světových vinařských oblastí se nachází mezi 30° a 50° zeměpisné šířky na severní a jižní polokouli. Čechy se tak se svou polohou mezi 49. a 51. rovnoběžkou severní šířky řadí k nejsevernějším vinařským oblastem (Graninger & Tattersall 2016).

Uvedené poddruhy se podle morfologických znaků rozlišují takto: réva vinná pravá (*Vitis vinifera* subsp. *vinifera*) je jednodomá rostlina, s listy hluboce laločnatými s úzkým bazálním zářezem. Květy má oboupohlavné a funkčně samičí se zakrnělými tyčinkami. Bobule mohou být středně velké až velké. Barvy bobulí jsou od zelené, přes žlutou, červenou až modrofialovou. Chuť je sladká, někdy nakyslá. Bobule obsahují 1-4 ks podlouhle hruškovitých semen. Réva vinná lesní (*Vitis vinifera* subsp. *sylvestris*) je, na rozdíl od révy pravé, dvoudomá s výraznou pohlavní dvoutvárností. Listy jsou v obrysu okrouhlé až okrouhle ledvinité. Bazální lalok čepele je široký, samčí jedinci s listy hluboce laločnatými, samičí jedinci s listy mělce laločnatými, někdy jen hrubě zubatými. Bobule jsou malé, většinou modročerné, někdy zelené barvy. Bobule obsahují 1-3 ks semena, kuželovitě hruškovitého tvaru a jejich chuť je kyselá (Kaplan et al. 2019).

Dle Lampíř & Rubešová (2018), se současná oblast rozšíření rodu *Vitis* rozděluje do třech skupin. První skupina je severoamerická skupina a představuje 28 druhů, z toho 18 jich má pouze pěstitelský nebo dekorativní význam. Další skupinou je východoasijská skupina, která zahrnuje více než 40 druhů, kde kulturní význam má pouze *Vitis amuretis*. Poslední skupinou je skupina euroasijská, která je tvořena pouze jedním druhem, a to druhem *Vitis vinifera*.

Réva vinná (*Vitis vinifera*) je pouze jediným původním druhem, který se používá ve vinařském průmyslu a jen několik druhů se na počátku 20. století začalo využívat pro šlechtění podnoží a mezidruhových hybridů (This et al. 2006). Pro šlechtění révy vinné se dle Pavloušek (2011) v praktickém vinohradnictví hojně používá botanický druh *Muscadinia rotundifolia*. Tento druh je navíc vysoce rezistentní k mnoha patogenům.

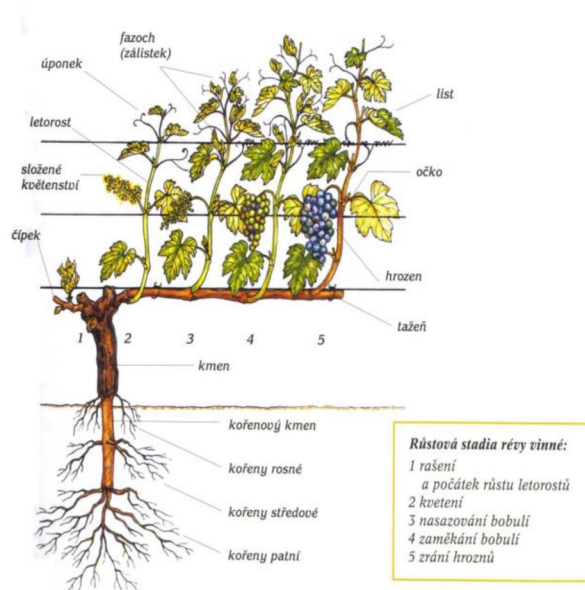
Keř révy vinné na obr. 2, z morfologického hlediska rozdělujeme na podzemní a nadzemní část. Podzemní část tvoří kořenový systém a nadzemní část dřevité části různého stáří, listy, výhony, květy a plody.



Obrázek 1: Réva vinná (*Vitis vinifera*) (Zdroj-<https://www.minojci.cz/vinna-reva>).

Podzemní část (kořenový systém, kořeny) formuje kořenový systém, který je tvořen ze starších a zdřevnatělých kořenů. Slouží také k zajištění příjmu živin. Tento kořenový systém vzniká z podnožkového řízku (obvykle délky 35-50 cm) a vytváří kořenový kmen, na kterém se tvoří tři typy kořenů. K ukotvení a upevnění rostliny v půdě slouží hlavní kořeny, které se nacházejí na bazální části kořenového kmene a už při výsadbě by mělo být vytvořeno tři až pět hlavních kořenů. Hlavní kořeny dorůstají délky až několika metrů (Pavloušek 2008).

Mnohem významější jsou podle Pavloušek (2008) kořeny vedlejší. Ty se vytváří při výsadbě a vyrůstá na nich kořenové vlášení, které zajišťuje hlavní příjem vody a živin z půdy. Tím zabezpečuje správný vývoj keře a jeho kvalitní růst. Jejich délka je přibližně 30- 60 cm. Povrchové neboli rosné kořeny, které nejčastěji vyrůstají během prvních 4 let, je nutné kontrolovat a odstraňovat (Pavloušek 2008). Tyto kořeny vyrůstají těsně pod půdním povrchem a mohou vyrůstat jak na roubu ušlechtilé odrůdy, tak i na podnoži jak uvádí Pavloušek & Lampíř (2016).



Obrázek 2: Morfologická stavba a fenologická stádia révového keře (Kraus et al. 2005).

Nadzemní část (dřevo, očka, listy, květy, květenství, pupeny, hrozen) je zobrazena na obr. 3 a sestává z dřevnaté a zelené části keře. Mezi dřevnaté části řadíme staré dřevo (kmen a kordonová ramena), dvouleté a jednoleté dřevo. Staré dřevo je především kmínek keře, který je základem pěstitelského tvaru, zdrojem zásobních látek a zajišťuje kvalitní rozložení plodného dřeva - kmínku. Barva borky starého dřeva je tmavohnědá až tmavošedá. Na staré dřevo navazuje dřevo dvouleté, které slouží také jako spojení mezi dřevem starým a dřevem jednoletým. Jeho barva je tmavší a je silnější než dřevo jednoleté. Z dvouletého dřeva vyrůstá dřevo jednoleté. Jednoleté dřevo je dřevo plodné a vzniká zdřevnatěním letorostu v průběhu vegetace. Jednoleté dřevo je specifické svou stavbou, je složeno z nodů a intermodií, jejichž délku ovlivňuje odrůda (Pavloušek 2008).

Do všech částí dřev révy vinné se během vegetace ukládají zásobní látky – sacharidy – škroby a cukry (sacharóza, glukóza a fruktóza) a minerální látky, které umožní dobré a kvalitní přezimování keře a na jaře podpoří růst a vývoj listové plochy (Pavloušek 2008). Na letorostu se tvoří očka (pupeny), listy, zálísky, květenství, úponky a hrozny, které jsou tvořeny stoupkou, třapinou a bobulemi (Pavloušek 2008). Na jednoletém dřevě se tvoří zimní očka (pupeny), ve kterých jsou založeny základy listů a květů. Réva vinná nemá rozdělení na listové a květní pupeny (Pavloušek & Lampíř 2016). Dále rozlišujeme u révy vinné očka spící, která se tvoří na starém dřevě a pokud z nich vyraší letorosty, je možné je použít k obnově kmínku. V úžlabí listů vyrůstají očka zálísková, tvoří mladší listovou plochu s větší fotosyntetickou výkonností a přispívají ke zrání hroznů. Očka (pupeny) jsou základním generativním orgánem révy vinné. (Pavloušek 2008).



Obrázek 3: Réva vinná (Lampíř 2018).

Listy révy vinné se liší tvarem a velikostí dle druhu a kultivaru. Mohou být až 10 cm široké, někdy i hluboce laločnaté (Venkitasamy et al. 2019), s okraji zoubkovanými (Pavloušek & Lampíř 2016). Zálisky (fazochy) jsou výrůstky v paždí listů a připomínají menší podobu hlavního letorostu. Tyto zálisky jsou významným zdrojem asimilátů během zrání hroznů (Pavloušek & Lampíř 2016). Po kořenech jsou listy a zálisky nejdůležitějšími vyživovacími orgány, mají velký vliv na tvorbu cukru v bobulích, který rozhoduje hlavně o kvalitě hroznů (Pavloušek 2008).

Květy se tvoří v závislosti na teplotách během jarního období, většinou to bývá 40-80 dnů od objevení pupenů. Ideální pro tvorbu květů jsou teploty mezi 15-20 °C. V každém květenství, které vytvoří orgánové primordium se může vyvinout tři až pět květních primordií. Tento vývoj závisí na odrůdě. Dle Lebon et al. (2008) je primordiu pletivo vytvořené v raném počátku vývoje a postupný vývoj květních orgánů je simultánní ke každému květu květenství ve stejném primordiu.

Květenstvím je lata, obvykle se na keři vytvoří 1-3 květenství v uzlech oproti listům. Celková velikost a délka hroznů je odlišná od odrůdy. Některé délky květenství stolních odrůd mohou být dlouhé až 40 cm. Lata moštových odrůd jsou menší a kratší. Tvorba květů a následně květy jsou závislé na podmínkách prostředí, odrůdě a agrotechnických podmínkách ve vinici (Pavloušek 2011).

Podle Kuhn et al. (2013) jsou bobule révy vinné složeny v hroznech, mají více růstových bodů nebo meristémů. Plody jsou malé, kulaté až podlouhlé bobule, které obsahují dvě až čtyři semena. Velikost bobulí je většinou 0,6-2,5 cm (Kaplan et al. 2019). Bobule je napojena pomocí stopky na třepinu a takto je vytvořeno souplodí – hrozen (Lampíř 2018).

Barva v bobulích hroznů je často našedlá, díky jemnému povlaku vosku na slupce (Pavloušek 2011). Bobule se skládá ze slupky, dužniny a semen (Steidl 2010). Nezralá bobule je sytě zelená díky chlorofylu, kdy se během procesu zrání nahrazuje fenologickými barvivy, jako jsou flavonoidy a anthokyany. Podle poměru těchto pigmentů jsou barvy zralých bobulí velmi pestré, od zelené, žluté, žlutozelené, červené až po tmavěfialové (Pavloušek 2011).

Bobule révy vinné jsou tvořeny: 75-85 % vodou, 10-15 % cukry, 0,2-1 % organickými kyselinami, 0,1-0,5 % minerálními látkami, 0,1-0,2 % polyfenolickými sloučeninami a pod 0,1 % aromatickými sloučeninami (Bigard et al 2020).

3.2 Fenologická stádia

Každoročně opakující se proces růstu révy vinné zahrnuje jednotlivé fáze, které se nazývají fenofáze neboli fenologická stádia na obr. 2.

Na začátku vegetace jsou fáze slzení a rašení, které jsou prvním vnějším projevem po zimním klidu. Ve fázi slzení dochází k vytékání mízy (voda s asimiláty). Fáze rašení následuje po fázi slzení, dochází zde k rašení prvních oček. Po vyrašení oček nastupuje fenofáze vývoje listů a prodlužovacího růstu. V tomto období rostou letorosty, nejmladší části révového keře. Na těchto letorostech postupně rostou listy. Během růstu letorostů v úžlabí listů vyrůstají zálistky. Další fenofází je vývoj květenství. Základy květenství se na letorostech vytvářejí už v předchozím roce. Následuje fáze kvetení, ta rozhoduje o násadě bobulí a výnosu hroznů. Kvetení začíná opadem květních špiček, kdy se uvolňuje pyl z prašníků, k opylení a oplození. Ve fázi vývoje plodu, nejprve dochází k nasazování bobulí tzn. vytvoření bobulí po úspěšném oplození. Zrání plodů zahrnuje proces zaměkávání hroznů, který je přechodným stavem mezi růstem bobulí a vyzráváním. Poslední fenofází je nástup vegetačního klidu. Zde dochází k vyzrávání zelených letorostů, na povrchu letorostu vzniká kůra, která ztmavne do hnědé barvy. Listy se vybarví, odpadnou a ukončí se vegetace (Lampíř 2018).

Na průběhu jednotlivých fenofází mají vliv klimatické podmínky, především teplota, srážky, vzdušná vlhkost, intenzita slunečního záření a proudění vzduchu. Jednotlivé faktory ovlivňují termíny nástupů jednotlivých fenofází, jejich délku a následné vlastnosti a kvalitu plodů. Průběh těchto fází je možné aktivně ovlivnit řezem, tvarováním keřů a zelenými pracemi, kdy můžeme redukcí listové plochy zajistit lepší světelné podmínky pro jejich lepší kvalitu (Pavloušek & Lampíř 2016).

Klíčovým klimatickým parametrem je teplota, která určuje nástupy a délky trvání jednotlivých fází. (Pavloušek 2011). Dohnal (1975) uvádí, že ideální teplotou vzduchu pro pěstování révy vinné je rozmezí 28-30 °C, růstové rozmezí teplot je širší a to 10-40 °C. Ovšem při překročení těchto teplot se zastavuje vegetační aktivita rostliny (Braun & Vaněk 1990). Optimální průměrná roční teplota je v rozmezí 11-16°C, s minimální teplotou 9°C. V červenci je optimální průměrná teplota 18 °C s minimální teplotou 15 °C. Při teplotách vyšších jak 25°C dochází ke zpomalení průběhu fotosyntézy a teploty nad 30°C způsobují snížení metabolické aktivity a tvorbu sekundárních metabolitů (Pavloušek 2011). Vliv teploty

se projevuje na hodnotě pH, cukernatosti, množství kyselin a aromatických látek (Hlušek et al. 2015).

Velice důležitým faktorem pro správný růst révy vinné je sluneční záření a její orientace ke slunci. Je-li rostlina vysazena v místech, kde je dobré oslunění listové plochy keře, správně se vyvíjí očka letorostů a následně bohatě plodí. Velmi důležité je správné uspořádání keře vůči slunci nebo její zastínění např. okolní vegetací nebo stavbami. Dochází-li k zakrytí jednotlivých letorostů a světlo k rostlině neprochází, musíme počítat s nižší úrodou (Dohnal 1975). Sluneční svit ovlivňuje fotosyntézu rostliny, vývoj květenství a biochemické změny v bobulích (Hlušek et al. 2015). Ve vegetačním období by se optimální průměrná hodnota trvání slunečního svitu měla pohybovat okolo 1700–2000 hodin s minimální hodnotou 1100-1600 hodin (Pavloušek 2011).

Dalším faktorem ovlivňující fenologická stádia je proudění vzduchu. V případě mírného proudění, kdy dochází k ochlazování listů a hroznů, se jedná o faktor pozitivní. Silné nebo silnější proudění vzduchu, ke kterému většinou dochází ve vyšších polohách. V těchto místech může docházet k poškozování keřů, kombinací silného proudění vzduchu s nízkými teplotami poškozují keře mrazem, může docházet k vylomení či zlomení letorostů (Hlušek et al. 2015).

Dostatek srážek réva vinná potřebuje zejména v době měknutí bobulí, ale v době kvetení může mít za následek špatné odkvetení a napadení rostliny chorobami nebo škůdci (Braun & Vaněk 1990). Dle Hlušek et al. (2015) by vhodné stanoviště mělo mít celkový roční úhrn srážek mezi 500-600 mm, ve vegetaci kolem 300 mm.

V Evropě leží Česká republika mezi severně položené vinařské oblastí, zařazuje se mezi země s tzv. „cool climate culture“. Ve vinohradnictví toto označení znamená vinohradnictví chladného podnebí, které se nevyznačuje jenom nízkými průměrnými teplotami ve vegetačním období a častým výskytem období s mrazivými teplotami, ale je spojeno především s příznivými podmínkami pro zrání hroznů. Střídání vyšší denní a nižší noční teploty má velmi pozitivní vliv na zrání hroznů, zejména na vývoj aromatických a fenologických látek. Průběh počasí má nejvýraznější vliv na vegetativní a generativní vývoj révy vinné (Pavloušek 2011).

3.3 Historie a současnost pěstování

Podle Hautt (1989) sahá počátek pěstování révy vinné až do období 8000 př. n. l do míst dnešní Sýrie, kde byl objeven starý lis na hrozny. První vinice vznikaly v Asii asi kolem roku 3500 př. n. l. a také už se pěstovala réva vinná nejen v Babylonii, ale také v Egyptě.

Dále se vinařství objevilo i v severní Africe, kde vinice zakládali Féničané (Hautt 1989). Ve středověkém Řecku vyráběli Řekové víno, plnili jimi měchy a snažili se jej konzervovat solí (Priewe 2001). Od Řeků převzali pěstování révy vinné i Římané, ti však plnili víno do dřevěných sudů. Zde by se dalo předpokládat, že založili nebo vynalezli výrobu aromatických vín, přidávali do vína vodu a koření. Ke konzervaci používali pryskyřici nebo drcený mramor (Hautt 1989).

Víno uchovávali v amforách, některé značili štítky s názvy a ročníkem vína. Amfory měly velikost asi 20-30 l. Římané pěstování révy přinesli do dalších zemí při svých válečných taženích postupně do dnešní Francie, Španělska, Německa a České republiky (Hauft 1989).

Začátky vinařství u nás se dají spojit s Kelty, kteří jako první konzumovali víno na našem území (Hauft 1989). Dále se historie pěstování révy vinné spojuje s Říší římskou, kdy vojáci začali na našem území v oblasti pod Pálavou vysazovat sazenice révy vinné. O další rozvoj pěstování révy vinné se pravděpodobně také zasloužila manželka knížete Bořivoje, když ochutnala víno darované knížetem Svatoplukem v roce 875 a pěstování révy vinné podporovala. Další zásluhu o rozvoj pěstování měl vnuk sv. Ludmily, svatý Václav, který byl uctíván jako nejvyšší purkmistr vinic. Zde vznikla Svatováclavská vinařská tradice v Čechách (Kraus 2012). Benediktští mniši pěstovali révu vinnou od roku 933. Litoměřickému kostelu daroval vinice kníže Svatopluk II. (Kraus et al. 2005). Na Moravě u Hustopečí a ve Skoršicích rozvoj pěstování a zakládání nových vinic podpořili cisterciáci. Od roku 1227 jim patřily i vinice z Kobyly (Kraus 2012).

Roku 1326 začala být vína chráněna před dovozem z okolních míst nástrojem nazvaným: Ustanovení brněnských vinařů (Doležal 2001). Kraus et al. (2005) uvádí, že do Čech nechal Karel IV. dovézt révu vinnou z Rakouska, Burgundska a Porýní a v souvislosti s tím vydal několik nařízení, která se vztahovala k vinařství. Bylo to např. právo viničné z roku 1358, toto právo zavíralo hory v době sklizně. Ještě dnes se dodržuje na některých vinicích.

V 15. století bylo mnoho vinic zničeno během husitských válek. Nastoupením vlády Jiřího z Poděbrad se tato situace zlepšila a rozloha vinic začala dosahovat vrcholu.

Největšího rozvoje dosáhlo naše vinařství za vlády Rudolfa II, kdy bylo na našem území 3500 ha vinic (Geršlová 2011). Následné válečné konflikty a zrušení roboty měly za následek výrazný pokles spotřeby vína. Posledním zásahem pro naše vinařství byl škůdce mšička révová – révokaz (*Viteus vitifolii*), která byla na naše území náhodně dovezena na amerických sazenicích. Zavlčení mšičky do Evropy bylo kolem roku 1860, první výskyt na našem území byl zaznamenán v roce 1890 v Šatově u Znojma. Mšice žijící na kořenech révy vinné postupně ničily všechny vinice osázené pravokořennou evropskou révou, účinné nebylo ani chemické ošetření. Jedinou možností o záchranu vinic bylo štěpování na americkou révu, která je vůči révokazu odolná. Tento proces byl úspěšný a keře se podařilo zachránit (Kraus et al. 2005).

V roce 1868 ve Znojmě, v roce 1873 ve Valticích, v roce 1882 v Mělníku, v roce 1885 v Bzenci a v 1903 v Mikulově se začaly zakládat speciální vinařské školy, které měly pomoci zlešit a vzpamatovat vinařství. Po první a druhé světové válce vinohradnictví opět upadlo. Vzpamatovalo se až během šedesátých let (Kraus et al. 2005).

Nader et al. (2019) konstatují, že vinařství je široký pojem, který zahrnuje veškeré činnosti související s pěstováním, ochranou a sklizní hroznů. I přestože rostliny révy vinné vykazují dlouhověkost, prosperují několik staletí a stále produkují plody, je obvyklé měnit

výsadbu na vinicích dvě až tři desetiletí po sobě. Vysazují se nové kultivary, které se v minulosti osvědčily, jsou odolnější nebo vykazují hodnoty blížíící se aktuálním trendům. Změna vinice je způsobena i více vlivy nebo klesající produkcí hroznů, které mohou způsobit vysoké ekonomické ztráty. Vinice může také zlikvidovat působení biotických a abiotických faktorů, nebo špatné postupy pěstování a hospodaření.

V současnosti patří víno k nejrozšířenějším a nejoblíbenějším nápojům. Mezi největší pěstitele a producenty révy vinné patří tyto země: Španělsko, Čína, Francie, Itálie, Turecko a další, jak dokládá tab. 1. (www.vinarskecentrum.cz).

Tab. 1: Rozlohy vinařských zemí v tisících ha. (www.vinarskecentrum.cz).

Vinařské země	Tisíc ha.
Španělsko	966
Čína	855
Francie	794
Itálie	708
Turecko	436
USA	408
Argentina	215
Chile	200
Portugalsko	195

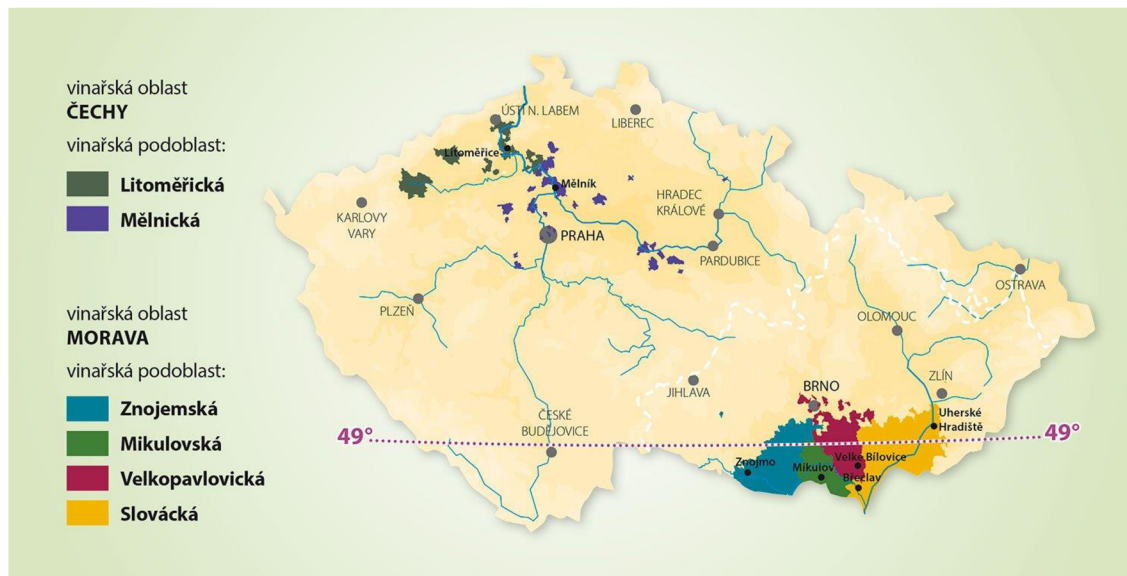
Evropskou zemí s největší rozlohou vinic je Španělsko. Největší vinařská oblast Castilla la Mancha se nachází v centrální části Španělska. Jižním směrem od Madridu se nachází většina vinic, kde se pěstují i ty nejlepší odrůdy např. Airén, Macabeo, Tempranillo nebo Grenache. (Španělská vína a vinařství /vinice. 2009). Dalším velkým pěstitelem vína je Francie. Se svou rozlohou přibližně 794 ha půdy, v současnosti vyprodukuje 7-8 bilionů lahví vína ročně, jejich nejznámější odrůdy jsou Pinot, Chardonnay, Sarah nebo Cabernet Sauvignon (Vineyard areas in France 2003-2019). V Itálii se vinice rozkládají na rozloze 708 tisíc ha a jejich nejstarší oblastí pro pěstování révy je Toskánsko (Národní vinařské centrum. 2024).

Česká republika se řadí mezi malé vinařské země. K 31. 12. 2022 bylo v České republice 383 vinařských obcí, ve kterých na vinicích hospodaří necelých 13,7 tisíc pěstitelů révy vinné. Celková plocha vinic v ČR byla ke stejnému datu 17,89 tisíc hektarů a víno je nejvíce produkováno na Moravě (MZe, 2023).

Česká republika se řídí platnou legislativou při pěstování révy vinné. Jedná se o Zákon č. 321/2004 Sb., o vinohradnictví a vinařství, ve znění pozdějších předpisů a k němu provádějící vyhlášku Ministerstva zemědělství č. 88/2017 Sb., o provedení některých ustanovení zákona o vinohradnictví a vinařství, ve znění pozdějších předpisů. Dále také vyhláška Ministerstva zemědělství č. 254/2010 Sb., kterou se stanoví seznam vinařských podoblastí, obcí a viničních tratí, ve znění pozdějších předpisů. Nutno též uvést i předpisy Evropské unie, mezi které patří zejména Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1308/2013 ze dne 17. 12. 2013, kterým se stanoví společná organizace trhů se zemědělskými produkty a zrušují

nařízení Rady (EHS) č. 922/72, (EHS) č. 234/79, (ES) č. 1037/2001 a (ES) č. 1234/2007 - toto nařízení nahrazuje a sjednocuje jednotlivá výše uvedená dřívější nařízení. K tomuto doplňující Nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU) 2019/934 ze dne 12. 3. 2019, kterým se doplňuje nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1308/2013, pokud jde o vinařské oblasti, kde lze zvýšit obsah alkoholu, povolené enologické postupy a omezení týkající se výroby a ošetření výrobků z révy vinné, minimální procentní podíl alkoholu pro vedlejší výrobky a jejich likvidaci a zveřejnění složek OIV. Dalším doplňujícím nařízením je Nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU) 2019/33 ze dne 17. 10. 2018, kterým se doplňuje nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1308/2013, pokud jde o žádosti o ochranu označení původu, zeměpisných označení a tradičních výrazů v odvětví vína, řízení o námitce, omezení použití, změny specifikace výrobku, zrušení ochrany a označování a obchodní úpravu. Mezi další patří také Nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU) 2018/273 ze dne 11. 12. 2017, kterým se doplňuje nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č.1308/2013, pokud jde o systém povolení pro výsadbu révy, registr vinic, průvodní doklady a certifikaci, evidenční knihu vstupů a výstupů, povinná prohlášení, oznámení a zveřejňování oznamovaných informací, doplňuje se nařízením Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1306/2013, pokud jde o příslušné kontroly a sankce, mění se nařízení Komise (ES) č. 555/2008, (ES) č. 606/2009 a (ES) č. 607/2009 a zrušuje se nařízení Komise (ES) č. 436/2009 a nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU) 2015/560. V neposlední řadě také prováděcí Nařízení Komise (EU) 2021/1165 ze dne 15. 7. 2021, kterým se povolují některé produkty a látky pro použití v ekologické produkci a stanoví jejich seznamy, a další.

V České republice máme dvě vinařské oblasti, jak uvádí obr. 4, vinařská oblast Morava a vinařská oblast Čechy. Vinařská oblast Čechy patří k nejseverněji položeným oblastem evropského vinařství, dělí se na dvě podoblasti, Mělnická podoblast a Litoměřická podoblast. Vinařská oblast Morava se rozkládá na jihu Moravy, ve Zlínském kraji a západní části mezi Znojmem a Brnem. Jak uvádí Pavloušek (2008), má tato oblast má čtyři podoblasti: Mikulovická vinařská podoblast, Slovácká vinařská podoblast, Velkopavlovická vinařská podoblast a Znojemská vinařská podoblast.



Obrázek 4: Vinařské oblasti na území ČR (Národní vinařské centrum 2023).

3.4 Obecná charakteristika vodního stresu

Vodní stres je komplexní fyziologická reakce na omezení dostupnosti vody, která vzniká tehdy, dojde-li k nevyváženosti ve vodní bilanci rostliny. Vodní bilance rostliny je poměr mezi příjmem a výdejem vody v rostlině, kterou lze vyjádřit rovnicí:

$$\text{Vodní bilance} = \text{příjem vody} - \text{transpirace} \text{ (Larcher 1988).}$$

Nedostatek vlhkosti v půdě také ovlivňuje vodní stres rostlin. Hloubka kořenového systému a retenční schopnost je zásadní pro zachycení vláhy v půdě. Jak velké množství srážek je pro rostlinu potřebné a jaká evapotranspirace je už naopak nebezpečná, záleží na druhu rostliny a její vývojové fázi (D'Odorico & Porporato 2006).

Vodní deficit neboli nedostatek vody, je množství vody, které rostlině chybí do plného nasycení pletiv. Jak uvádí D'Odorico & Porporato (2006). Uvedení autoři dále konstatují, že při krátkodobém nedostatku vody začne rostlina vadnout, po doplnění vody se vrátí do svého původního tvaru, ale pouze za předpokladu, že není překročena hranice vodního deficitu. Při překročení hranice vodního deficitu jsou pletiva rostliny trvale poškozena a rostlina definitivně umírá. Hranice vodního deficitu je individuální pro každou rostlinu a jejím v ontogenetickém vývoji.

Vodní stres v rostlině urychluje stárnutí rostliny, odstraňuje a tvoří reaktivní formy kyslíku, zpomaluje prodlužovací fázi buněk, zpomaluje nebo zrychluje aktivitu enzymů, vytváří stresové proteiny, zpomaluje transport asimilátu z listů, potlačuje fotosyntézu, způsobuje rychlejší růst podzemních orgánů a naopak pomalejší růst nadzemních orgánů a způsobuje také změnu v transportu a příjmu iontů (D'Odorico & Porporato 2006).

Stres je funkční stav živého organismu, který během svého života vlivem a působením nějakých mimořádných podmínek vyvolává stresovou reakci. Na tuto reakci se aktivují obranné mechanismy (Jenks et al. 2005).

Ke složitosti zjištění vztahů mezi množstvím vody v rostlině a v okolním prostředí není možné dost dobře vyjádřit nějaké jednoduché kritérium, které by vysvětlilo, jak silnému stresu je rostlina během svého života vystavována (Kůdela et al. 2013).

V obdobích s vyššími srážkami se dle Havlíček (1986) zvyšuje zásoba vláhy ve vrchních vrstvách půdy a pomáhá rostlinám přežít období sucha. Ale postupným vysycháním těchto vrchních vrstev se voda dostává pouze k rostlinám s hlubšími kořeny. Rostliny s kořeny povrchovými trpí vodním stresem.

Průběh a výsledek takové stresové reakce závisí jak na délce a intenzitě působení stresového faktoru, tak i na samotné rostlině. Především na jejím genotypu, stádiu vývoje, vitalitě a adaptačních schopnostech (Larcher 1995).

Dle Farooq et al. (2009) je hlavním mechanismem zabránění ztráty vody. Toho lze dosáhnout zvýšením difúzní odolnosti, absorpcí vody pomocí hlubokých kořenových systémů, sukulentními listy ke snížení transpirace a následným efektivnějším využitím vody. Některé prvky, jako např. ionty draslíku pomáhají při osmotické úpravě a křemík zlepšuje rovnováhu vody v buňkách. Zásadní pro udržení buněčných funkcí za sucha jsou osmolity s nízkou molekulovou hmotností, včetně glycin betainu, prolinu a některých aminokyselin. Růstové hormony, jako je kyselina salicylová (SA), auxiny, gibberelliny, cytokininy a kyselina abscisová (ABA) modulují reakce rostlin na suchu. Polyaminy, citrulin a některé enzymy působí jako antioxidanty a snižují nepříznivé účinky nedostatku vody. Tolerance rostliny vůči suchu lze dosáhnout např. šlechtěním, hromadným screeningem, exodenní aplikací hormonů na semena nebo vzrostlé rostliny.

Pro rostlinu je nejdůležitější přežít vodní stres s minimálním poškozením a rychle obnovit poškozené části (D'Odorico & Porporato 2006).

3.5 Vodní deficit jako stresový faktor

Hlavním problémem vodního deficitu je ztráta vody z rostlinných buněk – dehydratace. Vodní deficit způsobuje narušení přirozeného vývoje rostliny a zpomalí vývojové a fyziologické reakce rostliny. Evolucí vyvinuté adaptační mechanismy, změnilo rostliny, tak že pokud jsou po nějaké časové období vystaveny vodnímu deficitu, tento stres přežijí, ale z produkčního hlediska se jim výrazně sníží a zpomalí jejich produkce (Blum 2016). Dle Jenks et al. (2015) na druhou stranu existuje řada rostlin, které jsou schopné vodní deficit snášet. Tyto rostliny reagují na suchu a jsou schopny se přizpůsobit podmínkám různými fyziologickými, biochemickými, anatomickými a morfologickými změnami, včetně změn v genové expresi. Tyto reakce jsou z fyziologického hlediska poměrně komplexní. Vyplývá to z mnoha faktorů, kterými daná rostlina disponuje. Zejména se jedná o rostlinný druh,

dynamiku a dobu trvání stresu, zásobu vody a také podmínkách, ve kterých rostlina roste. Samozřejmě je nutné zohlednit fenologické stádium rostliny, ve kterém se rostlina v danou chvíli nachází, protože se stresem se hůře vyrovnávají mladší rostliny (Lisar et al 2012).

Stres způsobený suchem je jedním z hlavních abiotických stresů. Limituje růst rostliny a omezuje její produktivitu. Vodní deficit je spojován nejen s nedostatkem vody, ale také s teplotním stresem, zasolením, přemokřením a zimním vysychání (Larcher 2003).

Globální oteplování a změny klimatických podmínek naznačují, že by v budoucích několika letech mohl nastat značný problém se suchem. Jedinou prevencí, jak s tímto problémem bojovat, je šlechtit plodiny odolné vůči tomuto stresu (Azri et al. 2020).

3.6 Vliv vodního deficitu na rostliny

Jednou z hlavních úloh vody je udržování turgidity (tugor u rostlin má hlavní úlohu při růstu a prodlužování buněk), další jeho úlohou je otevírání průduchů, pohyb listů a květních obalů. K omezování příjmu CO₂ a omezení fotosyntézy dochází při nedostatku vody. Fotosyntéza může být limitována stomatální nebo nestomatální inhibicí současně (Bláha 2003).

Reakcí rostlin na vodní deficit je zpomalení svého růstu. Při nedostatku vody je více omezen růst nadzemní části rostliny než podzemní části, protože o nejvíce vody přichází rostlina z nadzemních částí (Kůdela et al. 2013).

Dle Balík et al. (2008) se korelační vztahy v rostlině týkají vztahů mezi různými fyziologickými, morfologickými, genetickými nebo environmentálními charakteristikami rostliny. Tyto vztahy mohou být pozitivní, negativní nebo žádné, a mohou být důležité pro pochopení interakcí mezi různými procesy a vlastnostmi rostliny.

Vztah mezi růstem a fotosyntézou, kdy pozitivní korelace může existovat mezi růstem rostliny (vyjádřeným jako biomasa nebo velikost) a mírou fotosyntézy. To znamená, že rostliny s vyšší mírou fotosyntézy mohou mít tendenci růst více než rostliny s nižší mírou fotosyntézy. Vztah mezi velikostí a plodností, některých rostlinách může být pozorován negativní korelační vztah mezi velikostí jednotlivých plodů a jejich celkovým počtem na rostlině. To znamená, že rostliny s většími plody mohou mít tendenci produkovat méně plodů. Vztah mezi odolností a výnosem, rostliny s vyšší odolností vůči chorobám nebo škůdcům mohou mít tendenci mít vyšší výnosy. Tento pozitivní korelační vztah může být důležitým faktorem při šlechtění odolných odrůd rostlin. Vztah mezi genetickou variabilitou a adaptabilitou, v populacích rostlin může existovat pozitivní korelace mezi genetickou variabilitou a schopností přizpůsobení se měnícím se podmínkám prostředí. Vyšší genetická variabilita může poskytovat větší škálu fenotypických variant, které mohou být prospěšné v nestálých podmínkách prostředí. Vztah mezi růstem a konkurencí. Rostliny v konkurenčním prostředí mohou mít tendenci investovat více do růstu nad zemí na úkor podzemní biomasy (Balík et al. 2008).

Dle Jones et al. (2008) dojde-li k potlačení růstu buněk, dochází k zastavení prodlužovacího růstu buněk. A Levit (1980) tvrdí, že citlivější fází růstu je fáze prolongační, než zárodečná. Do vakuol není totiž absorbováno dostatečné množství vody a nedochází ke zvětšování plochy buněčné stěny. Ovšem dochází ke vkládání nových stavebních látek mezi staré a dochází tak k plošnému růstu buněčných stěn. K úplnému zastavení růstu dochází při poklesu vodního potenciálu na -0,3 až -0,4 MPa (Jones et al. 2008).

Záleží na druhu rostliny, při jaké hodnotě dojde k zastavení růstu (Hejník et al. 2004). K rychlým změnám aktivity enzymů a velmi značnému zvýšení koncentrace kyseliny abscisové (ABA), hlavně v listech, kde dochází k uzavírání průduchů, dochází při poklesu vodního potenciálu v hodnotách -0,4 až -0,8 MPa (Hejník et al. 2004).

Při nedostatku vody dochází k vysychání půdy a tím se postupně zhoršuje příjem vody kořenovým systémem. To má za následek snižování obsahu vody v rostlině a dochází k charakteristickým stresovým symptomům např. zvadlé listy, suché a žloutnoucí listy, snížený růst rostliny, předčasné opadávání listů, uzavření průduchů, ztráta turgoru. Tyto symptomy vodního deficitu jsou důležité signály, které indikují potřebu zavlažování a péče o rostliny. Správná reakce na tyto symptomy může pomoci minimalizovat stres rostlin a zachovat jejich zdraví a výkonnost. Špatná dostupnost vody je limitujícím faktorem probíhající fotosyntézy a upavuje poměr uhlíku mezi kořeny a novými výnosy (Nilsen & Orcutt 1996).

Uzavření průduchů je další výraznou reakcí na vodní deficit. Uzavírání stomat je spíše spojeno s obsahem půdní vlhkosti než s obsahem vody v listech. Tento proces je řízen chemickými signály, které reguluje např. kyselin abscisová (ABA). Tato kyselina je produkována v kořenech trpících dehydratací (Lisar et al. 2012).

A dále Lisar et al. (2012) uvádí, že v závislosti na druhu rostliny se průduchy mohou zcela uzavřít působením i mírného stresu. Tolerantní rostliny kontrolují otevírání průduchů k fixaci uhlíku a zlepšení hospodaření s vodou. Zvýšená stomatální odolnost při stresu označuje účinnost šetřit vodou.

Nestomatální inhibice je termín používaný k popisu procesů ovlivňujících transpiraci a vodní režim rostlin, které nejsou přímo spojeny se stomaty, tedy mikroskopickými otvory na povrchu listů. Tyto procesy mohou zahrnovat různé mechanismy, které regulují vodní režim rostlin na úrovni buněk, tkání nebo celých rostlin. Mezi hlavní příčiny nestomatální inhibice patří: Kutikula je vrchní vrstva povrchu listů, která slouží jako ochranná bariéra proti vodní ztrátě. Při vodním deficitu se kutikula může ztuhnout nebo zesílit, což může snížit transpiraci a ochránit rostlinu před nadměrnou ztrátou vody. Trichomy jsou chlupy nebo chloupky na povrchu listů, které mohou ovlivnit transpiraci a vodní režim rostlin. Tyto struktury mohou snižovat odpařování vody tím, že vytvářejí vrstvu vzduchu kolem povrchu listu, což snižuje vodní ztráty prostřednictvím transpirace (Lisar et al. 2012).

Dle Rogers et al. (2001) je vodní deficit pro rostliny nejvíce limitující stresor, který snižuje aktivitu enzymů, jenž v rostlině zpomalují nebo zastavují vývoj. Mezi tyto enzymy

patří: Rubisco, fosfoenolpyruvát karboxyláza (PEPc), ammonium assimilase, celulóza. Rubisco dochází k omezení tohoto enzymu a tím k omezení fotosyntézy.

Dále je to fosfoenolpyruvát karboxyláza (PEPc), enzym zapojený do C₄ fotosyntetického mechanismu. Při vodním deficitu může být aktivita PEPc snížena, což může ovlivnit efektivitu fotosyntézy u rostlin s C₄ metabolismem. Dále ammonium assimiláza, tento enzym je klíčový pro přeměnu amonných iontů na aminokyseliny v rostlinách. Při vodním deficitu může dojít k narušení této přeměny, což může ovlivnit metabolismus dusíku a vývoj rostliny. Při vodním deficitu může být snížena aktivita celulózy, což může ovlivnit strukturu a pevnost buněčných stěn. Kataláza je enzym zodpovědný za rozklad peroxidu vodíku na vodu a kyslík. Při vodním deficitu může být aktivita katalázy ovlivněna, což může ovlivnit schopnost rostliny chránit se před oxidativním stresem (Ahmad 2012).

Podle Ahmad (2012) vodní deficit způsobí změny na elementech buňky. Biologicky aktivní konformace, správné fungování bílkovin (enzymatické funkce strukturální funkce, transportní funkce, signální a imunitní funkce) a biomembrán závisí na prostředí se správnou hydratací.

V důsledku toho silný osmotický stres vede ke zhoršení aminokyselin, metabolismu bílkovin, temnostní reakce fotosyntézy a dýchání a může způsobit zhroucení osmotického systému buňky. Vodní deficit může být neutralizován pomocí osmoticky aktivních látek, slouží jako prostředek pro osmotické úpravy a také funkci chaperonů připojením na proteiny a membrány, čímž brání jejich denaturaci (Ahmad 2012).

Dle Ahmad (2012) správné fungování bílkovin je klíčové pro mnoho procesů v buňkách a tkáních organismů. Bílkoviny jsou velké biomolekuly složené z aminokyselin spojených peptidovými vazbami. Bílkoviny mají specifickou třetí rozměrnou strukturu, která je dána primární strukturou (pořadím aminokyselin), sekundární strukturou (alfa-helix, beta-skládané listy) a terciární strukturou (celková prostorová konfigurace).

A dle Šebánek (1983) se bílkoviny při vodním stresu začínají rozkládat a vytváří se velké množství aminokyselin, které se ukládají ve vegetačních vrcholech. Přímé poškození se projevuje v dehydrataci pletiv, která postupně odumírají. Půdní sucho brzdí tvorbu adventních kořenů, a tím možnost příjmu vody z vlhkých půdních vrstev. Listy se nejprve svinují a poté vadnou. Vrchní listy během sucha čerpají vodu a živiny z níže položených starších listů. Regulace, aktivita bílkovin může být regulována různými mechanismy, jako jsou fosforylace, degradace nebo změny konformace. Tyto mechanismy umožňují dynamickou kontrolu nad funkcemi bílkovin a přizpůsobení se změnám v prostředí nebo buněčných potřebách.

Stres způsobený vodním deficitem snižuje obsah a aktivitu fotosyntetických enzymů redukčního cyklu uhlíku, včetně klíčového enzymu ribulóza-1,5-bisfosfát karboxylázy/oxygenázy. Zvýšený tok metabolitů fotorespirační cestou zvyšuje oxidační zatížení pletiv, protože oba tyto procesy vytvářejí reaktivní formy kyslíku (ROS). Poškození způsobené

reaktivními druhy kyslíku při stresu ze sucha patří mezi hlavní překážky při růstu rostliny. Rostliny jsou schopné vytvářet řadu obranných mechanismů, kterými se brání před suchem. Hlavním mechanismem je zabránění ztráty vody, tento mechanismus lze dosáhnout zvýšením difúzní odolnosti, absorpcí vody pomocí hlubokých kořenů, sukulentními listy ke snížení transpirace a samotným efektivnějším využíváním vody (Farooq et al. 2009).

3.7 Využití spalné kalorimetrie v biologii

Za začátek využití spalné kalorimetrie lze považovat rok 1885, kdy Marcellin Berthelot sestrojil kalorimetrickou bombu plněnou čistým kyslíkem při vysokém tlaku. Jedná se o jedinou metodu pro určení obsahu energie v palivech. Další uplatnění nachází v biologii rostlin, kde se využívá pro stanovení translokace a obsahu energie v rámci rostlin či celých ekosystémů (Gallagher et al. 1999). Kalorimetr je přístroj, ve kterém měříme množství tepla vybavené aneb zabavené určitým pochodem (Jirsa 1930).

Původně byla spalná kalorimetrie používána pro měření termodynamických hodnot, jako je například obsah energie nebo zjištění ztrát energie během chemických reakcí. Až později se začala spalná kalorimetrie zabývat využitím v biologických vědních disciplínách, kde je velmi složité popisovat děje termodynamickými hodnotami (Gallagher et al. 1999). Kalorimetrie, je disciplínou z oblasti termiky, která se zabývá měřením a stanovením energetické hodnoty vzorku (Fajnor 1995).

Historie spalné kalorimetrie je spojena s historií termické analýzy. To, že vystavení nějakého materiálu teplu má vliv na jeho vlastnosti, si lidé všimli již dávno v minulosti. Avšak tento vztah detailněji nezkoumali (Brown 2001).

Jednou z nejvyužívanějších a nejvíce propracovaných metod experimentální termodynamiky je kalorimetrie. Tato metoda má široké uplatnění v oblasti biologie, chemie a v mnoha dalších odvětvích (Hnilička et al. 2010). Kromě toho se jedná o relativně jednoduchou a levnou metodu (Hnilička et al. 2015). Kalorimetrie, jako způsob zkoumání přeměny energie a měření tepelných vlastností, měla široké využití v 70. letech 20. století, např. v oblasti vědeckého výzkumu a průmyslu, využívala se k měření tepelných vlastností látek, studiu energetických hodnot paliv, analýze biomasy, posuzování fotosyntetické výkonnosti rostlin, zkoumání biologických materiálů (Malyshev 2019). Spalná kalorimetrie je metoda spojující fyzikální specializaci termodynamiku s dalšími vědními obory. Je využívána v mnoha oblastech např. lékařství, chemickém průmyslu, energetice, v odpadovém hospodářství, potravinářském průmyslu, ale i tam, kde je potřeba přeměna energie požadující teplotní rozdíl založený na přenosu energie vedením, přeměnou a záření (Hnilička et al. 2015).

Spalná kalorimetrie má široké spektrum využití, například v produkční, stresové a ekologické fyziologii rostlin při posuzování fotosyntetické výkonnosti. V pícninářství a krmivářství při studiu energetické (výživné) hodnoty krmení (Hnilička et al. 2015). Při posuzování biologických materiálů jako alternativních paliv, resp. Jako zdrojů obnovitelné energie. V ekologických studiích při zjišťování energetické bilance ekosystémů a rostlinných

společenstev (Gallagher et al. 1999; Hejnák 2003). Dále, jak uvádí Hnilička et al. (2015) pro detekci odolnosti rostlinných druhů nebo odrůd vůči stresorům. Spalná kalorimetrie dokáže popsat změny v nahromadění asimilovaných živin a jejich přesun v rámci rostliny i popisovat fotosyntetickou aktivitu rostliny za pomoci měření změn obsahu energie v nich a zjišťovat zdroje (source) a místa uskladnění energie (sink). Díky spalné kalorimetrii byl například odhalen vztah mezi akumulací látek s vysokým energetickým obsahem a vytvářením organické hmoty rostliny během jejího vývoje (Hnilička et al. 2020).

Energetická hodnota biomasy rostlin je funkcí genotypu a je současně ovlivněna i podmínkami vnějšího prostředí, jak uvádí Golley (1961). Vyprodukovaná biomasa je výsledkem fotosyntetického procesu, při kterém se sluneční energie transformuje do organické hmoty rostlin. Energetický obsah rostlinné produkce je tvořen zhruba 98 % energií pocházející ze slunečního záření. Zbytek představuje dodatkovou energii vloženou člověkem (hnojiva, paliva, technologická zařízení, živá práce apod.). V průměru pro všechny ekosystémy bylo zjištěno, že jen asi 0,8 % energie dopadající na Zemi ve formě slunečního záření je absorbováno při fotosyntetických reakcích. Teoretická maximální možná účinnost fotosyntézy ve vztahu k absorbovanému FAR (fotosynteticky aktivní záření) je uváděna kolem 25 %. V čisté primární produkci však poutá rostlinný porost pouze malý zlomek z dopadajícího slunečního záření. Pro zemědělské plodiny se hodnoty využití slunečního záření za celé vegetační období pohybují mezi 1 až 2,5 %. Zbytek sluneční energie je pro přímé využití rostlinami zdánlivě ztracen (Stražil 1998).

Energetická analýza umožňuje lépe pochopit ekosystém z pohledu vstupů, transformaci a výstupů energie (Kováčová et al. 1998). A jak uvádí Kroupa et al. (1998) ve farmaceutické technologii je možno kalorimetrické metody využít při studiu destrukčních procesů léčivých forem.

Vzhledem k rozdílným hodnotám energie obsahových látek a jejich rozdílnému zastoupení v rostlinách, ale i v jejich jednotlivých orgánech, není energie jednotlivými rostlinnými druhy ani jejich orgány akumulována rovnoměrně (Lieth 1977). Tvorba sušiny a množství energie v rostlině jsou lineárně propojeny (Hnilička et al. 2015).

Proto má obsah energie v rostlinách dynamický charakter a zpravidla ke konci vegetace stoupá (Golley 1961). Vyšší obsah energie odpovídá vyššímu obsahu uhlíku v organické sušině, a obsah uhlíku se liší podle ročního období, druhu a orgánu rostliny (Larcher 1988). Takto vysoký podíl energie ze slunečního záření na energetickém obsahu rostlinné produkce opravňuje použití pro měření fotosyntetické výkonnosti a translokace asimilátů v rostlině stanovení množství fixované energie v sušině s využitím spalné kalorimetrie (Hejnák 2003).

V souvislosti s obsahem vody ve vzorku se podle Gallagher et al. (1999) rozeznávají dvě hodnoty. První hodnota je spalné teplo HHV (higher heating value), které se uvolní při dokonalém spálení vzorku a vzniklá voda zkondenzuje, je v kapalném stavu a uvolní své výparné teplo. Druhá hodnota je výhřevnost LHV (lower heating value), kdy dojde také

k dokonalému spálení vzorku, ale vzniklá voda je ve stavu plynném. Spalné teplo je vyšší než výhřevnost o výparné teplo vody (Szyszlak-Bargoeicez et al. 2012).

Podle Duvigneauda (1988) je pohyb organické hmoty a uhlíku možné hodnotit v gramech sušiny (1 g sušiny organické hmoty odpovídá 0,5 g uhlíku), za použití kJ. V tomto případě hovoříme o toku energie. Obecně se uvádí, že 1 g sušiny rostlinné biomasy obsahuje v průměru 16,74 kJ.g⁻¹ energie a 1 g čerstvé biomasy obsahuje 8,4 kJ.g⁻¹ (Golley 1961). Spalné teplo jednotlivých částí rostlin je závislé na látkách, ze kterých jsou převážně tvořeny, viz tab. 2. Z ní vyplývá, že např. terpeny obsahují 46,9 kJ.g⁻¹ v porovnání s kyselinou šťavelovou, která má pouze 2,9 kJ.g⁻¹. Vysoké hodnoty spalného tepla mají díky mastným kyselinám olejnaté rostliny v průměru 25,6 kJ.g⁻¹, zatímco u kořenové zeleniny jsou tyto hodnoty v průměru 16,4 kJ.g⁻¹. Dle Hnilička et al. (2015) vyšší hodnoty spalného tepla vykazují generativní orgány, je to dáno transportem energeticky bohatých látek do těchto orgánů a jejich přeměnou na zásobní látky.

Tab. 2: Obsah energie v sušině rostlin (Upraveno dle Larchera 1995).

Stavební látka	Obsah energie (kJ.g⁻¹)
Terpeny	46,9
Lignin	26,3
Lipidy	39,6
Proteiny	23,7
Celulóza	17,6
Škrob	17,4
Sacharóza	16,5
Glukóza	15,4
Kyselina pyrohroznová	13,2
Kyselina jablečná	10,0
Glycin	8,9
Kyselina šťavelová	2,9

Distribuce a kumulace sušiny do různých částí orgánů je spojena s mírou fotosyntézy. Množství vytvořené sušiny závisí na biologických charakteristikách růstu a přizpůsobení se některým podmínkám např. množství energie dodávané rostlině slunečním zářením. Thorntonovo pravidlo popisuje akumulaci sušiny a přesun asimilátů takto: rostlina lépe využívá energii čím méně asimilátu je potřeba k zajišťování biosyntézy, tudíž více asimilátů zůstává pro tvorbu biosyntézy, což je cílem zemědělství (Hnilička et al. 2015).

4 Metodika a materiál

U vybraných odrůd révy vinné byl sledován vliv vodního deficitu na obsah energie v jednotlivých rostlinných orgánech. Zakořeněné řízky révy vinné byly pěstovány v částečně řízených skleníkových podmínkách a v průběhu pokusu se uskutečnilo 6 odběrů.

4.1 Založení pokusu

Pokus byl založen v částečně řízených podmínkách skleníku ČZU FAPPZ. Rostliny byly pěstovány za přirozených světelných podmínek, průměrná denní teplota v pokusném období byla 21-25 °C a průměrná noční teplota 9-13 °C. Řízky byly pěstovány v nádobách o velikosti 9x9x10 cm v čistém homogenním substrátu s perlitem.

Schéma pokusu zahrnovalo pět variant, kdy varianta kontrolní byla zavlažována 120 ml vody (K) a čtyři stresové varianty, které byly uměle stresované, a to omezením záливky na 90 ml (S1), 60 ml (S2), 30 ml (S3) a 15 ml (S4). Rostliny byly stresovány po dobu 35 dnů. V průběhu pokusu se uskutečnilo 6 odběrů po 5 opakováních.

4.2 Pokusný materiál

4.2.1 Rulandské šedé

Odrůda Rulandské šedé, na obr. 5, je bílá mošťová pozdní odrůda. Její listy jsou malé až středně velké, kruhovitěho tvaru s profilem čepele do tvaru V. Hrozen je malý, hustě uspořádaný, bobule jsou také malá až středně velká s kruhovitým tvarem na profilu. Barva slupky šedočervená. Tato odrůda s velkou pravděpodobností vznikla jako pupenová mutace z Rulandského modrého a pochází z Burgundska (Pavloušek 2008). Do České republiky se dostala ve 14. století, je pěstována v obou vinařských oblastech (ČZU 1982). Odrůda Rulandské šedé raší přibližně v druhé polovině dubna, kvete začátkem června, zaměkání bobulí je v první dekádě srpna, dozrává od konce září do poloviny října (Pavloušek 2008). Rulandské šedé je-li pěstováno pod fungicidní ochranou, tak je odolné vůči napadení plísní šedou, proti plísní révy a padlím révy. Je také odolná vůči sprchávání (ČZU 1982).



Obrázek 5: Rulandské šedé (Zdroj: <https://www.znalecvin.cz/rulandske-sede/>).

4.2.2 Ryzlink rýnský

Odrůda Ryzlink rýnský je bílá mošťová pozdní odrůda s malými listy, pětiúhelníkového tvaru s čepelí do tvaru V. Hrozen této odrůdy je malý, hustě uspořádaný, jak dokládá obr. 6. Bobule jsou také malé, s kruhovitým tvarem na profilu. Barva slupky žlutozelená (ČZU 1982). Ryzlink rýnský je starobylá odrůda révy vinné pocházející z Německa, z horního toku Rýna (Pavloušek 2008). Tato odrůda raší později až na konci dubna, kvete přibližně v polovině června, zaměkání bobulí je na konci srpna, dozrává také později až v polovině října. Využívá se k výrobě vín ve všech jakostních stupních, zejména pro kvalitní odrůdová vína. Víno má výrazné aroma (Pavloušek 2008). Výnosnost této odrůdy je pravidelná, středně vysoká v rozmezí 8-11 t/ha (ČZU 1982).

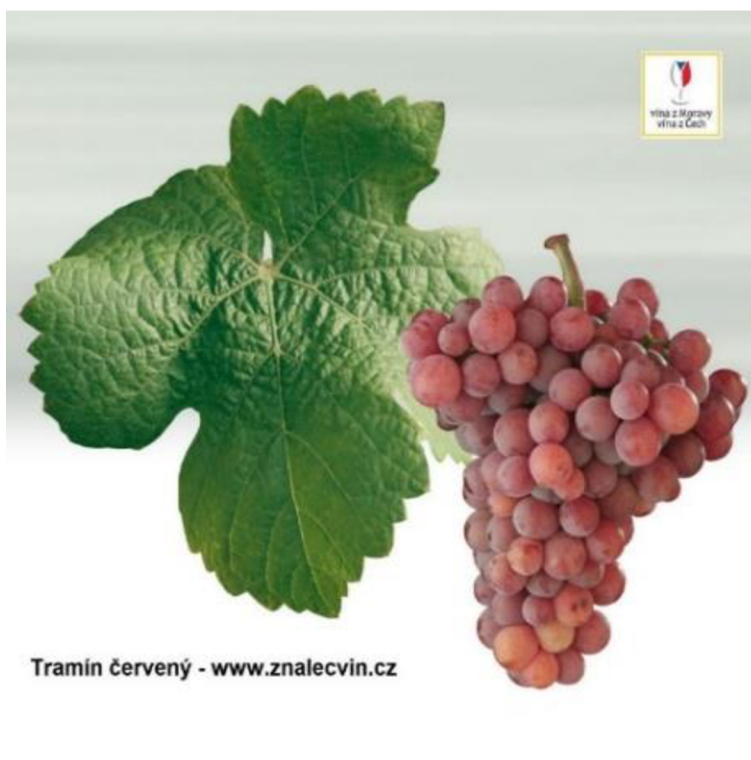


Ryzlink rýnský - www.znalecvin.cz

Obrázek 6: Ryzlink rýnský, (<https://www.znalecvin.cz/ryzlink-rynsky/>).

4.2.3 Tramín červený

Další bílou moštovou pozdní odrůdou je Tramín červený. Vyznačuje se malými listy kruhovitého tvaru s profilem čepele s okraji svinutými dolů. Hrozen je malý, středně hustý, viz obr. 7. Bobule jsou také malé, s kruhovitým tvarem na profilu. Barva slupky je růžová (ČZU 1982). Původ tramínu červeného není zcela jasný, ale zřejmě je jeho původ z Rakouska nebo jižního Tyrolska (Pavloušek 2011). Tramín červený raší v poslední dekádě dubna, kvete začátkem června, zaměkání bobulí je na konci první dekády srpna, zraje začátkem října. Bujně rostoucí odrůda, náročná na stanoviště, její půda by měla být živná, hluboká a záhřevná (Přehled révy vinné 2020). Při pěstování pod fungicidní ochranou je tato odrůda odolná vůči napadení plísní šedou, plísní révy a padlím révy. Vůči sprchávání je středně odolná (ČZU 1982).



Obrázek 7: Tramín červený (<https://www.znalecvin.cz/tramin-cervený/>).

4.3 Stanovení hmotnosti sušiny

Hmotnost sušiny byla stanovena standardními metodami dle Šestáka a kol. (1960), kdy rostlinný materiál byl umístěn do sušárny a sušen při teplotě 80 °C do konstantní hmotnosti. Po homogenizaci byly vzorky naváženy na analytických laboratorních vahách Ohaus AX124.

4.4 Stanovení spalného tepla

Transport asimilátů a obsah energeticky bohatých látek mezi jednotlivými rostlinnými orgány byl sledován metodou spalné kalorimetrie. Metoda je založena na úplném spálení vzorků rostlinného materiálu v 100% kyslíkové atmosféře, při tlaku 30 MPa. Ve spalovacích kalorimetrech během spalování dochází k úplnému spálení vzorku v prostředí stlačeného kyslíku při teplotě 25 °C. Hodnota spalného tepla byla vypočtena z opravného teplotního vzestupu a efektivní tepelné kapacity kalorimetrů, se zřetelem na podíly energie při zapálení, spálení zapalovacího prostředku a tepelné účinky z vedlejších reakcí. Hodnota výhřevnosti vzorku byla vypočtena z hodnoty spalného tepla zmenšené o výparné teplo vody vzniklé z paliva během hoření po započítání oprav (spalné teplo kyseliny sírové a kyseliny dusičné vznikajících vedlejší reakcí).

Pro stanovení hodnot spalného tepla byl použit spalovací kalorimetr IKA C 200. Doba měření isoperibolické módu je asi 17 minut, při teplotě 20-25 °C. Pro výpočet spalného tepla byly použity normy ČSN EN ISO 18125 a ČSN ISO 1928.

Pro výpočet spalného tepla byl použit následující vztah:

$$Q = (C \cdot Dt) - c / mv - mp$$

Kde:

Q = spalné teplo vzorku

C = tepelná kapacita kalorimetru

Dt = celkový vzestup teploty (°C)

c = součet oprav (spalné teplo (HNO₃ + H₂SO₄))

mv = hmotnost navážky vzorku

mp = hmotnost popelovin

5 Výsledky

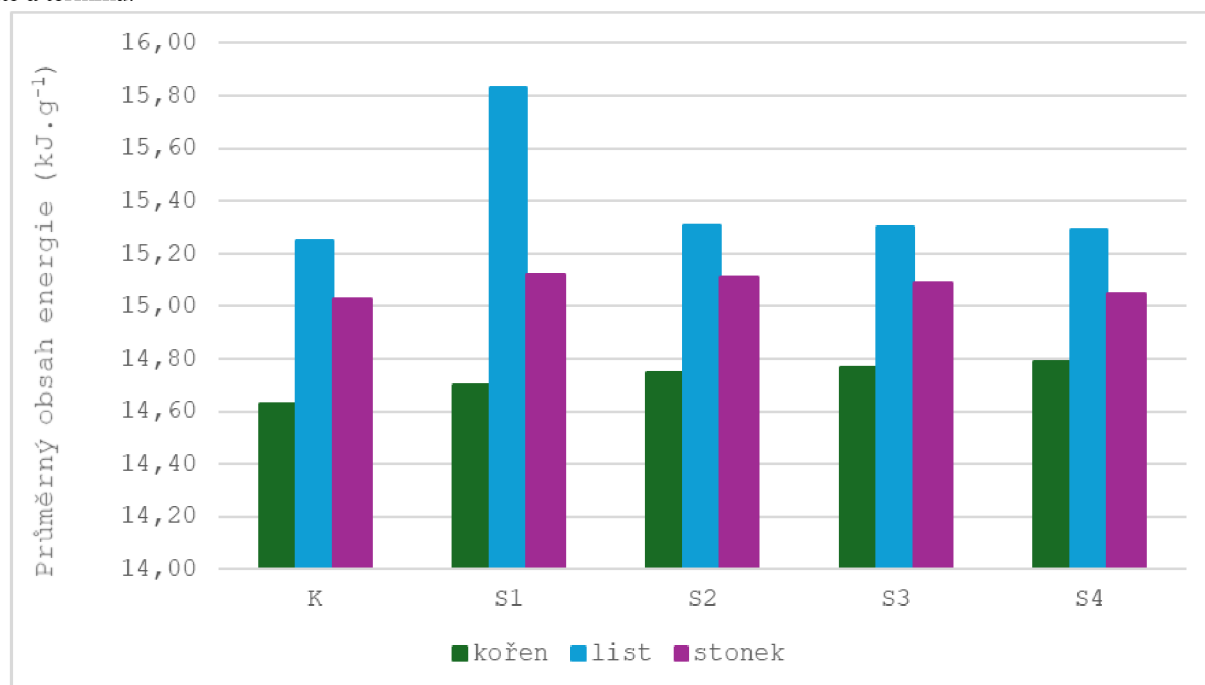
Cílem bakalářské práce bylo cílem stanovit genotypové rozdíly vinné révy v reakci na vodní deficit pomocí spalné kalorimetrie. Byla použita netto energie, čistá energie bez spalovin. Jako modelové byly vybrány tři odrůdy pěstované i v České republice.

5.1 Změny obsahu energie u vybraných orgánů révy vinné

5.1.1 Rulandské šedé

Hodnoty spalného tepla jednotlivých orgánů v závislosti na termínu a variantě pokusu. V případě odrůdy Rulandské šedé jsou zaznamenány v grafu 1.

Graf 1: Změny energie ($\text{kJ}\cdot\text{g}^{-1}$) u jednotlivých rostlinných orgánů odrůdy Rulandské šedé v závislosti na variantě a termínu.

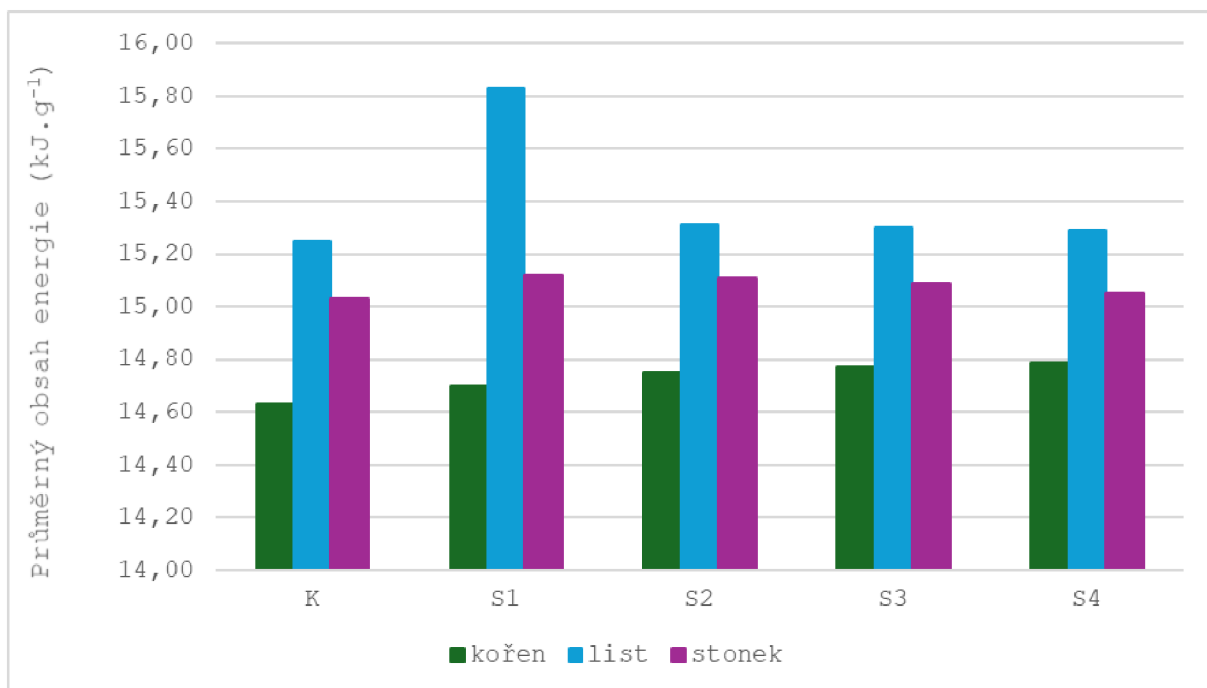


Z uvedeného grafu je patrné, že nejnižší hodnota spalného tepla byla naměřena u kořene kontrolních rostlin před zahájením pokusu ($14,93 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$). Naopak maximální hodnotu spalného tepla vykazovaly listy stresovaných rostlin ve variantě S1 ($15,51 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$). U kontrolních rostlin byly zaznamenány u všech sledovaných orgánů vyšší hodnoty spalného tepla v porovnání s počáteční hodnotou. Výjimku z uvedeného trendu tvoří obsah energie kořenů a listů u stresované varianty S1. Hodnoty obsahu energie kořenů stresovaných rostlin byly vyšší v porovnání s kontrolními rostlinami, přičemž mezi stresovanými variantami S2 a S4 byl obsah vyrovnán. Obsah energie kořenů u stresovaných rostlin se pohyboval v rozpětí hodnot od $14,98 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$ (S4) do $15,04 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$ (S1). V případě stonků nebyly nalezeny rozdíly v hodnotách spalného tepla mezi variantami. Přesto je možné konstatovat, že nižší obsah energie byl $15,22 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$ (S3 a S4) a nejvyšší $15,24 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$ (S1). Obsah energie listů se vlivem vodního deficitu snižoval, kdy nejnižší hodnota byla stanovena u stresované varianty S4 ($15,38 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$).

5.1.2 Ryzlink rýnský

Hodnoty spalného tepla jednotlivých orgánů v závislosti na termínu a variantě pokusu. V případě odrůdy Ryzlink rýnský jsou hodnoty uvedeny v grafu 2.

Graf 2: Změny energie ($\text{kJ}\cdot\text{g}^{-1}$) u jednotlivých rostlinných orgánů odrůdy Ryzlink rýnský v závislosti na variantě a termínu.

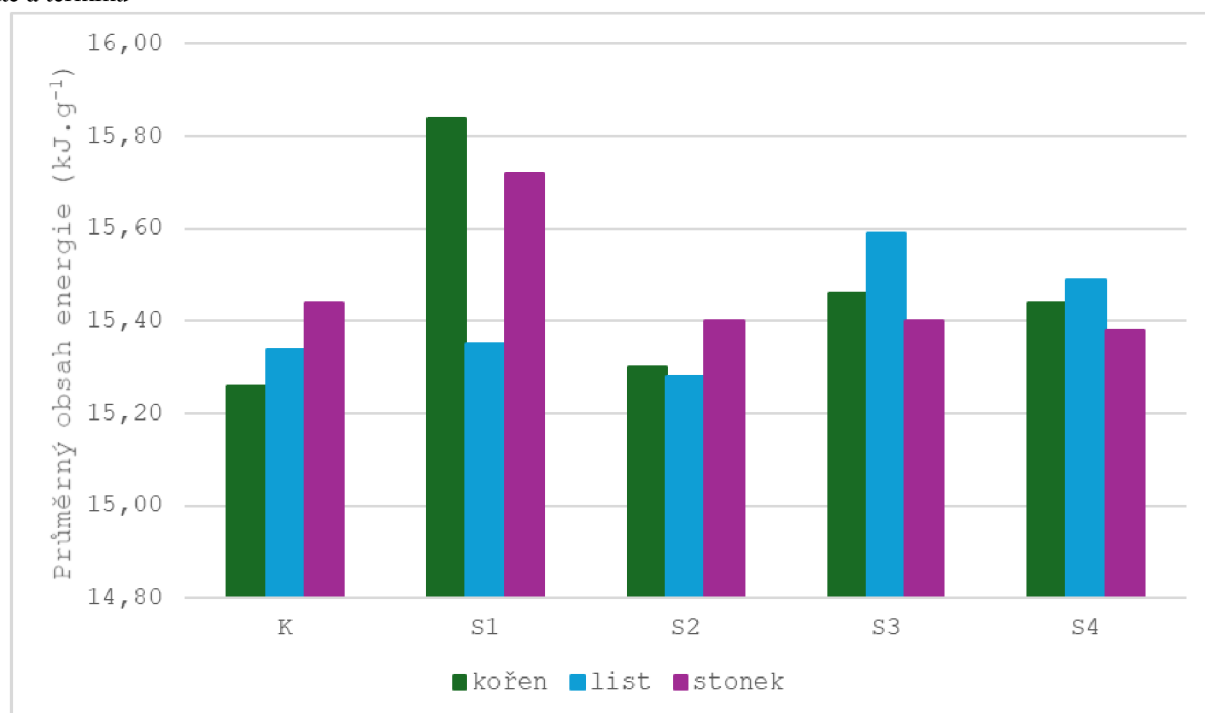


Jak z uvedeného grafu vyplývá, nejnižší hodnota spalného tepla byla naměřena u kořene stresovaných rostlin S1 ($14,70 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$). Naopak maximální hodnotu spalného tepla vykazovaly listy stresovaných rostlin ve variantě S1 ($15,82 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$). U kontrolních rostlin byly zaznamenány u všech sledovaných orgánů vyšší hodnoty spalného tepla v porovnání s počáteční hodnotou. Obsah energie všech rostlinných orgánů se během sledování navyšoval. Obsah energie kořenů kontrolní varianty na konci sledování byl $15,48 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$. Obsah energie kořenů u stresovaných rostlin se pohyboval v rozpětí hodnot od $14,70 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$ (S1) do $14,79 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$ (S4). Obsah energie listů se také zvyšoval, u kontrolní varianty jsme zaznamenali nepatrné navýšení na $15,25 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$. U stresovaných variant jsme zaznamenali konečné hodnoty v intervalu od $15,21 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$ (S4) do $15,38 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$ (S1). Obsah energie listů se vlivem vodního deficitu také navyšoval, kdy nejnižší hodnota byla stanovena u kontrolní varianty ($15,25 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$), u ostatních stresovaných variant byly v intervalu S1 ($15,38 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$), S2 ($15,31 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$), S3 ($15,30 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$) a S4 ($15,29 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$).

5.1.3 Tramín červený

Hodnoty spalného tepla jednotlivých orgánů v závislosti na termínu a variantě pokusu. V případě odrůdy Tramín červený jsou v grafu 3 zaznamenány změny v hodnotách obsahu energie.

Graf 3: Změny energie ($\text{kJ}\cdot\text{g}^{-1}$) u jednotlivých rostlinných orgánů odrůdy Tramín červený v závislosti na variantě a termínu



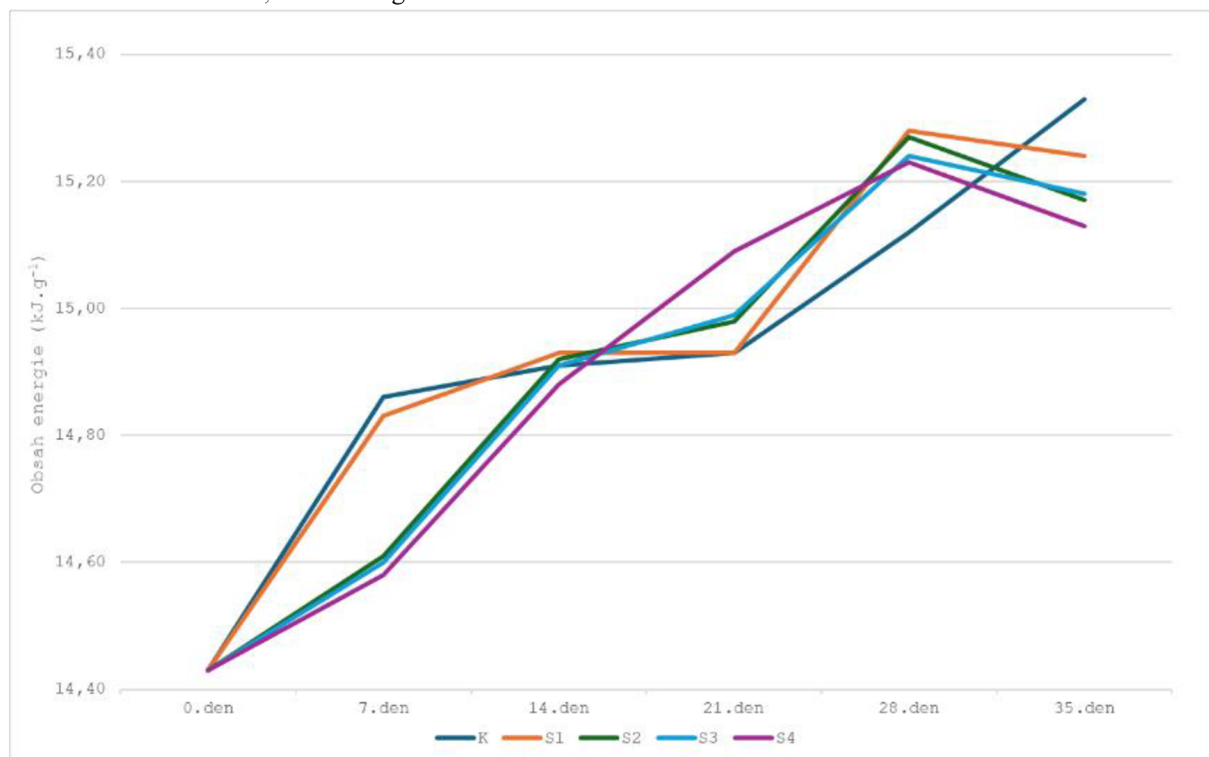
Jak uvedeného grafu vyplývá, nejnižší hodnota spalného tepla byla naměřena u kořene kontrolní rostliny na počátku pokusu ($15,26 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$). Naopak maximální hodnotu spalného tepla vykazovaly listy stresovaných rostlin ve variantě S1 ($15,59 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$). U kontrolních rostlin byly zaznamenány u všech sledovaných orgánů vyšší hodnoty spalného tepla v porovnání s počáteční hodnotou. Výjimku z uvedeného trendu tvoří obsah energie stresované varianty listů u stresované varianty S2 ($15,28 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$) a stonků stresovaných variant v tomto měření S2 a S3 ($15,40 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$) a S4 ($15,38 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$). Hodnoty obsahu energie kořenů stresovaných rostlin byly vyšší v porovnání s kontrolními rostlinami, přičemž mezi stresovanými variantami S3 a S4 byl obsah vyrovnaný. Obsah energie kořenů u stresovaných rostlin se pohyboval v rozpětí hodnot od $15,30 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$ (S2) do $15,58 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$ (S1). V případě stonků byly nalezeny rozdíly v hodnotách spalného tepla mezi variantami, v tomto měření měla nejnižší obsah energie stresovaná varianta S4 ($15,38 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$) a nejvyšší varianta S1 ($15,57 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$). Obsah energie listů se vlivem vodního deficitu snižoval pouze u stresované varianty S3 ($15,28 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$), u ostatních variant byl vyšší než varianta kontrolní (od $15,35 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$ do $15,59 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$).

5.2 Obsah energie v kořenech révy vinné

5.2.1 Obsah energie v kořenech

Obsah energie kořenů odrůdy Rulandské šedé je uveden v grafu 4. Z něho vyplývá, že nejnižší obsah spalného tepla u této odrůdy byl zjištěn na počátku pokusu a dosahoval hodnoty $14,43 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$.

Graf 4: Rulandské šedé, obsah energie v kořenech.



V rámci 7. dne měření se obsah energie zvyšoval u všech variant v intervalu ($14,58 \text{ kJ.g}^{-1}$ až $14,86 \text{ kJ.g}^{-1}$). Nejvyšší zvýšení o $0,43 \text{ kJ.g}^{-1}$ bylo zaznamenáno u rostlin kontrolních a rostlin varianty S1. V případě varianty S2 až S4 byl zaznamenán nižší přírůstek energie oproti variantě kontrolní a variantě S1.

V následném 14. dnu měření byl trend navyšování obsahu energie opačný. Varianta kontrolní a varianta S4 měly ve srovnání s předcházejícím termínem odběru nárůst obsahu energie pozvolný a varianty S2 až S4 měly nárůst obsahu energie výraznější. Hodnoty v tomto termínu odběru byly u všech pokusných variant vyrovnané v intervalu od $14,88 \text{ kJ.g}^{-1}$ do $14,93 \text{ kJ.g}^{-1}$.

V následujícím 21. dnu měření jsme zaznamenali výrazné zvýšení hodnot této charakteristiky u stresované varianty S4 na nejvyšší hodnotu tohoto měření ($15,09 \text{ kJ.g}^{-1}$). U varianty kontrolní a stresované S1 byly hodnoty totožné $14,93 \text{ kJ.g}^{-1}$; u stresovaných variant S2 a S3 byly naměřeny téměř totožné hodnoty v intervalu od $14,98 \text{ kJ.g}^{-1}$ a $14,99 \text{ kJ.g}^{-1}$.

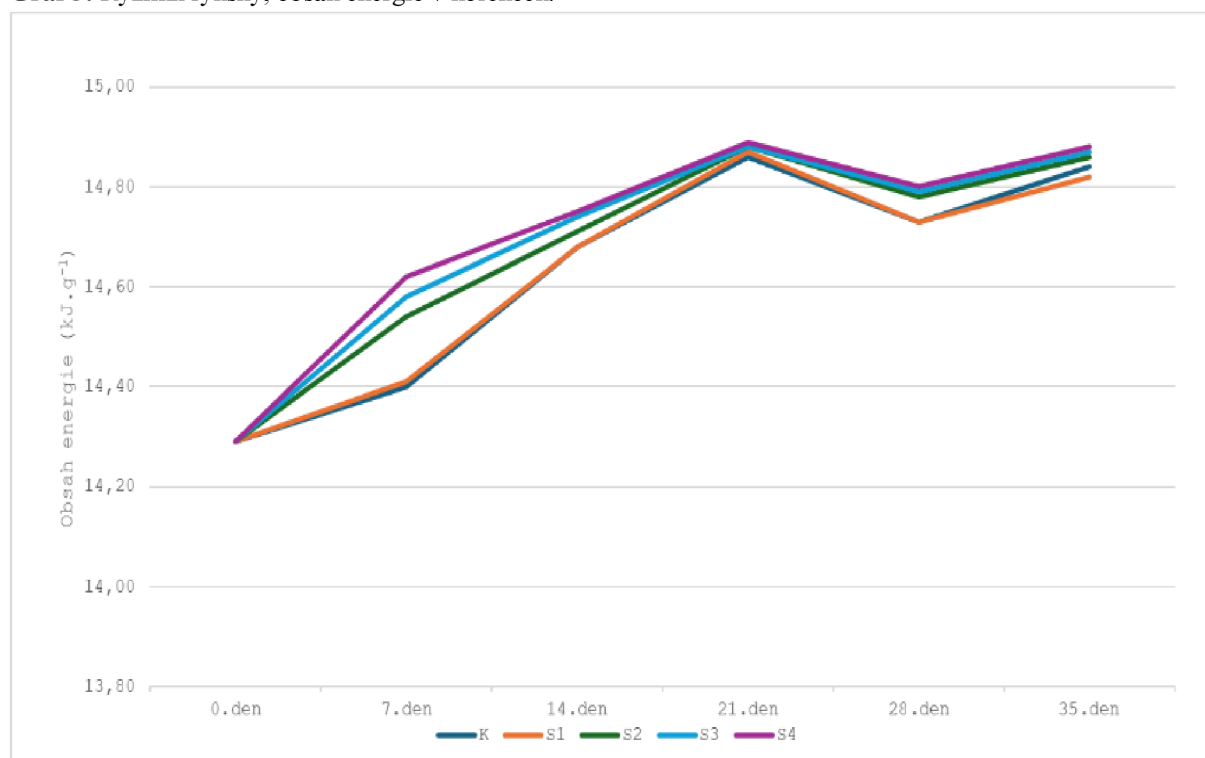
Obsah energie u varianty S1 vykazoval do 28. dne odběru obdobný trend, jako v případě kontrolních rostlin. Shodně s kontrolními rostlinami byl zaznamenán výrazný nárůst obsahu energie po 28. dnech působení stresu, kdy se obsah energie kořenů zvýšil na hodnotu $15,28 \text{ kJ.g}^{-1}$. Na konci pokusu se obsah energie kořenů této varianty snížil o $0,04 \text{ kJ.g}^{-1}$ na hodnotu $15,24 \text{ kJ.g}^{-1}$. V rámci hodnoceného vlivu a termínu odběru u jednotlivých zbylých variant pokusu je možné konstatovat, že jejich trend je shodný s variantou S1. U všech stresovaných variant byl obsah energie ve 4. termínu v intervalu od $15,12 \text{ kJ.g}^{-1}$ do $15,28 \text{ kJ.g}^{-1}$.

V posledním odběru jediná varianta kontrolní vykazuje nárůst energie až na hodnotu $15,33 \text{ kJ.g}^{-1}$. U všech stresovaných variant byl zaznamenán pokles energie na hodnoty v rozmezí $15,13 \text{ kJ.g}^{-1}$ až $15,24 \text{ kJ.g}^{-1}$.

V rámci hodnoceného vlivu a termínu odběru u kontrolní a stresované varianty S1 pokusu je možné konstatovat, že jejich trend je téměř shodný. Obsah energie byl u těchto variant po celou dobu pokusu obdobný, v některých termínech odběru dokonce stejný (21. a 35. termín odběru). Varianty stresované S2 až S4 kopírovaly svůj vývoj v navyšování a poklesech obsahu energie. Všechny varianty v době pokusu vykazovaly stejný trend, z počátku až do 21. dne odběru bylo zaznamenáno postupné zvyšování energie, ale ve 28. dnu došlo k razantnímu poklesu u všech variant. U varianty kontrolní a stresované S1, zde hodnoty klesly na totožnou hodnotu 14,73 kJ.g⁻¹. U ostatních stresovaných variant klesly hodnoty energie na hodnoty v intervalu od 14,78 kJ.g⁻¹ do 14,80 kJ.g⁻¹. Snížení poté vystřídal nárůst ve všech pokusných variantách na téměř shodné hodnoty, které byly v intervalu od 14,82 kJ.g⁻¹ do 14,88 kJ.g⁻¹.

Obsah energie kořenů odrůdy Ryzlink rýnský je uveden v grafu 5. Z něho vyplývá, že nejnižší obsah spalného tepla u této odrůdy byl zjištěn na počátku pokusu a dosahoval hodnoty 14,29 kJ.g⁻¹.

Graf 5: Ryzlink rýnský, obsah energie v kořenech.



V rámci 7. dne měření se obsah energie zvyšoval u všech variant (14,40 kJ.g⁻¹ až 14,62 kJ.g⁻¹). U kontrolní varianty a varianty stresované S1 byl nárůst energie pozvolný, stresované varianty S2 až S4 měly nárůst energie výraznější. Nejvyšší zvýšení bylo zaznamenáno u stresovaných rostlin S4 o 0,33 kJ.g⁻¹ na hodnotu 14,62 kJ.g⁻¹.

Ve 14. dnu měření byl trend navyšování obsahu energie obdobný, všechny pokusné varianty navyšovaly svůj obsah energie, nejvyšší nárůst energie měly kontrolní varianta a stresovaná varianta (S1), navýšení bylo u obou variant na hodnotu 14,68 kJ.g⁻¹. Ostatní stresované varianty (S2 až S4) měly ve srovnání s předcházejícím odběrem nárůst obsahu energie pozvolnější. Jejich hodnoty byly zaznamenány v intervalu 14,71 kJ.g⁻¹ až 14,75 kJ.g⁻¹.

Obsah energie kořenů se zvyšoval v závislosti v čase ještě ve 21. dnu měření u všech pokusných variant. Hodnoty v tomto termínu odběru byly téměř vyrovnané, v intervalu od 14,86 kJ.g⁻¹ do 14,89 kJ.g⁻¹.

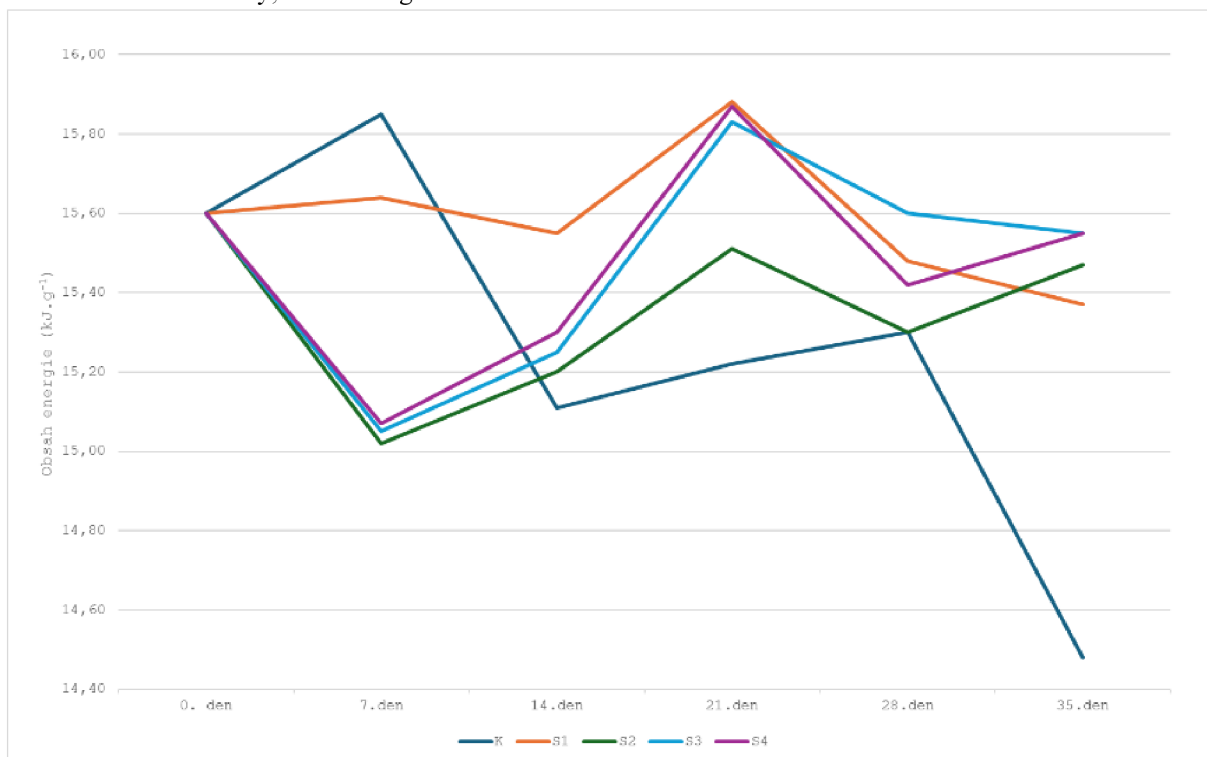
V následujícím 28. dni měření je možné zaznamenat výrazné snížení hodnot této charakteristiky. Nejvýraznější trend byl zaznamenán u varianty kontrolní a stresované S1, zde hodnoty klesly na hodnotu totožnou 14,73 kJ.g⁻¹. U ostatních stresovaných variant klesly hodnoty energie na hodnoty v intervalu od 14,78 kJ.g⁻¹ do 14,80 kJ.g⁻¹.

V posledním termínu měření trend poklesu energie opět vystřídal trend navyšování obsahu energie, jak tomu bylo na počátku pokusu této odrůdy. Konečné hodnoty všech pokusných variant byly opět vyrovnané, v intervalu od 14,82 kJ.g⁻¹ do 14,88 kJ.g⁻¹. Nejvyšší hodnoty vykazovala stresovaná varianta S4 ve 4. termínu odběru (14,89 kJ.g⁻¹).

V rámci hodnocení vlivu a termínu odběru u kontrolní a stresované varianty S1 pokusu je možné konstatovat, že jejich trend je téměř shodný, ale pouze do 21. dne odběru, kde byly zaznamenány jejich totožné hodnoty 14,93 kJ.g⁻¹. Varianta kontrolní v další odběrové termíny pokračuje v navyšování energie a v 35. oběrový den končí na hodnotách 15,33 kJ.g⁻¹, to jsou také nejvyšší hodnoty z celého pokusu této odrůdy. Varianta stresovaná S1 má až do 28. dne odběru nárůst energie na hodnoty 15,28 kJ.g⁻¹, ale v 35. termínu odběru se její trend obrací a hodnoty energie klesají na 15,24 kJ.g⁻¹. Ostatní stresované pokusné varianty měly obdobný trend, do 21. dne navyšování energie, poté pokles a v 28. dnu opět navyšování energie. Jejich konečné hodnoty byly téměř shodné, v intervalu od 14,86 kJ.g⁻¹ do 14,88 kJ.g⁻¹.

Obsah energie kořenů odrůdy Tramín červený je zobrazeny v grafu 6. Z něho vyplývá, že nejnižší obsah spalného tepla u této odrůdy byl zjištěn na počátku pokusu a dosahoval hodnoty 15,60 kJ.g⁻¹.

Graf 6: Tramín červený, obsah energie v kořenech.



V rámci následujícího 7. dne měření se obsah energie výrazně navýšil pouze u varianty kontrolní, kde tato varianta dosáhla hodnoty $15,85 \text{ kJ.g}^{-1}$, tato hodnota byla zároveň nejvyšší hodnotou z celého pokusu této odrůdy. Pouze o $0,04 \text{ kJ.g}^{-1}$ se na hodnotu $15,64 \text{ kJ.g}^{-1}$ navýšila energie ve stresované variantě S1. U ostatních stresovaných variantách S2 až S4 byly zaznamenány výrazné poklesy, ve variantě S3 dokonce o $0,58 \text{ kJ.g}^{-1}$. Konečné hodnoty stresovaných variant byly v intervalu $15,02 \text{ kJ.g}^{-1}$ až $15,07 \text{ kJ.g}^{-1}$.

Ve 14. dnu měření byl trend navýšování a poklesů obsahu energie opačný oproti 7. dnu měření. Výrazný pokles jsme zaznamenali u varianty kontrolní a to dokonce na hodnotu $15,11 \text{ kJ.g}^{-1}$, stresovaná varianta S1 měla mírný pokles na hodnotu $15,55 \text{ kJ.g}^{-1}$. Ostatní stresované varianty v tomto měření navýšovaly svůj obsah až do 21. dne odběru. Jejich hodnoty v tomto měření byly v intervalu $15,20 \text{ kJ.g}^{-1}$ až $15,30 \text{ kJ.g}^{-1}$.

Obsah energie kořenů se zvyšoval v závislosti v čase ještě ve 21. dnu odběru u všech pokusných variant. Nárůst hodnoty v tomto termínu byl nejnižší u kontrolní varianty, a to pouze o $0,11 \text{ kJ.g}^{-1}$ na zaznamenanou hodnotu $15,22 \text{ kJ.g}^{-1}$, ve stresované variantě S1 s hodnotou $15,88 \text{ kJ.g}^{-1}$ bylo navýšení o $0,33 \text{ kJ.g}^{-1}$. Vyrovnané hodnoty byly zaznamenány u stresovaných variant S2 až S4, které byly zaznamenány v intervalu od $15,51 \text{ kJ.g}^{-1}$ až $15,87 \text{ kJ.g}^{-1}$. Téměř totožné hodnoty v tomto měření byly zaznamenány ve variantě S2 ($15,83 \text{ kJ.g}^{-1}$) a S4 ($15,87 \text{ kJ.g}^{-1}$).

V následujícím 28. dni měření jsme zaznamenali navýšení hodnot u kontrolní varianty na hodnotu $15,30 \text{ kJ.g}^{-1}$, u všech stresovaných variant byly zaznamenány poklesy až na hodnoty v intervalu $15,30 \text{ kJ.g}^{-1}$ až $15,60 \text{ kJ.g}^{-1}$. Totožné hodnoty byly v toto měření zaznamenány u varianty kontrolní a stresované varianty S2 ($15,30 \text{ kJ.g}^{-1}$).

V posledním termínu měření byl zaznamenan u kontrolní varianty výrazný pokles energie až na hodnotu $14,48 \text{ kJ.g}^{-1}$. Tato hodnota byla zároveň nejnižší hodnotou z celého pokusu této odrůdy. Menší pokles byl zaznamenan u stresované varianty S1 ($15,37 \text{ kJ.g}^{-1}$), u varianty S2 byl zaznamenan menší nárůst energie ($15,47 \text{ kJ.g}^{-1}$), u varianty S3 menší pokles a S4 menší navýšení na totožnou hodnotu ($15,55 \text{ kJ.g}^{-1}$).

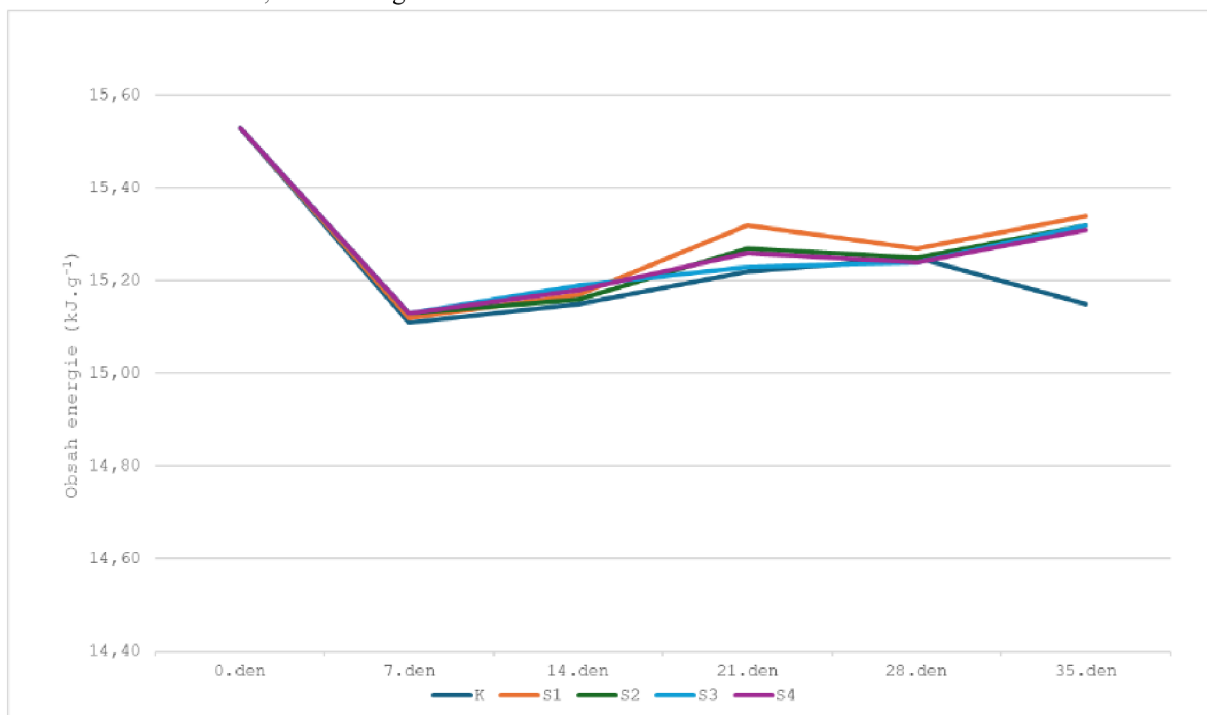
V rámci hodnocení vlivu a termínu odběru u kontrolní a stresované varianty S1 pokusu je možné konstatovat, že jejich trend je shodný, ale výrazně se liší v růstu a poklesu energie. Navýšení v 1. termínu bylo u kontrolní varianty o $0,25 \text{ kJ.g}^{-1}$ a varianty stresované bylo zaznamenáno navýšení pouze o $0,04 \text{ kJ.g}^{-1}$. Další výrazné a zároveň opačné rozdíly byly ve 14. dnu měření, varianta kontrolní snížila svoji energii o $0,74 \text{ kJ.g}^{-1}$ a varianta kontrolní S1 snížila svoji energii o $0,09 \text{ kJ.g}^{-1}$. Opačný trend byl zaznamenan v 28. dnu, kontrolní varianta navýšila svoji energii o $0,08 \text{ kJ.g}^{-1}$ a stresovaná varianta S1 svoji energii navýšila o $0,33 \text{ kJ.g}^{-1}$. Ostatní stresované varianty vykazují až do 28. dne obdobný trend navýšování energie. Dále pak S2 a S4 navyšuje energii a varianta S3 svoji energii snižuje.

5.3 Obsah energie v nadzemní biomase

5.3.1 Obsah energie stonků

Obsah energie stonků odrůdy Rulandské šedé je uveden v grafu 7. Z něho vyplývá, že nejnižší obsah spalného tepla u této odrůdy byl zjištěn na počátku pokusu a dosahoval hodnoty $15,53 \text{ kJ.g}^{-1}$.

Graf 7: Rulandské šedé, obsah energie stonků.



V rámci následujícího 7. dne měření se obsah energie výrazně snížil u všech pokusných variant. Konečné hodnoty tohoto měření byly téměř vyrovnané, nejnižší hodnotu jsme zaznamenali u kontrolní varianty ($15,11 \text{ kJ.g}^{-1}$), u stresované varianty S1 ($15,12 \text{ kJ.g}^{-1}$) a u stresovaných variant S2, S3 a S4 byla dokonce hodnota totožná ($15,13 \text{ kJ.g}^{-1}$).

Ve 14. dnu měření jsme zaznamenali opačný trend. Všechny pokusné varianty navýšovaly svůj obsah energie a v tomto trendu pokračovaly až do 28. dne odběru. Hodnoty v tomto měření byly opět podobné, varianta kontrolní ($15,15 \text{ kJ.g}^{-1}$), stresovaná varianta S1 ($15,17 \text{ kJ.g}^{-1}$), S2 ($15,16 \text{ kJ.g}^{-1}$), S3 ($15,19 \text{ kJ.g}^{-1}$) a S4 ($15,18 \text{ kJ.g}^{-1}$).

Obsah energie stonků se zvyšoval v závislosti v čase ještě ve 21. dni měření u všech pokusných variant. Nárůst hodnoty v tomto termínu byl nejvyšší u stresované varianty S1 $0,15 \text{ kJ.g}^{-1}$ ($15,32 \text{ kJ.g}^{-1}$). Ostatní konečné hodnoty variant tohoto měření byly opět vyrovnané, v kontrolní variantě ($15,22 \text{ kJ.g}^{-1}$) stresované variantě S2 ($15,27 \text{ kJ.g}^{-1}$), S3 ($15,23 \text{ kJ.g}^{-1}$) a S4 ($15,26 \text{ kJ.g}^{-1}$).

V následujícím 28. dnu měření jsme zaznamenali minimální navýšení hodnot u kontrolní varianty o $0,03$ ($15,25 \text{ kJ.g}^{-1}$) a u stresované varianty S3 o $0,01 \text{ kJ.g}^{-1}$ ($15,24 \text{ kJ.g}^{-1}$). U ostatních stresovaných variant byl obsah energie lehce snížen, u S1 o $0,05 \text{ kJ.g}^{-1}$ ($15,27 \text{ kJ.g}^{-1}$), S2 o $0,02 \text{ kJ.g}^{-1}$ ($15,25 \text{ kJ.g}^{-1}$) a S4 o $0,02 \text{ kJ.g}^{-1}$ ($15,24 \text{ kJ.g}^{-1}$). Konečné hodnoty měření jsou opět skoro totožné.

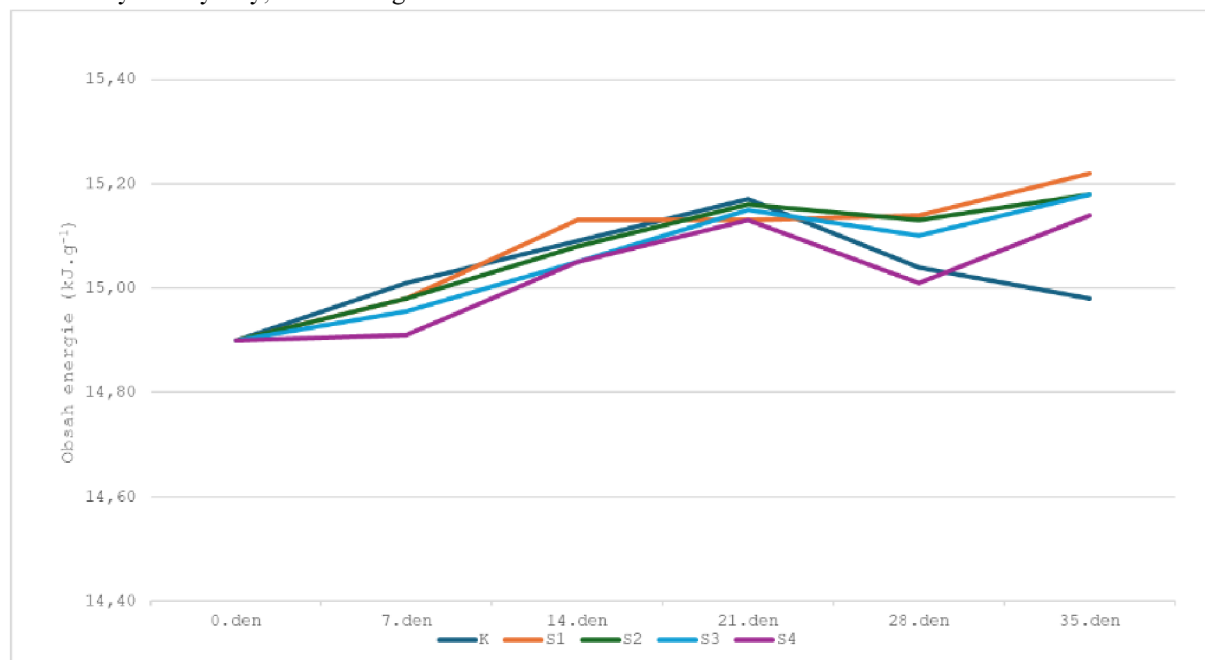
V posledním termínu měření byl zaznamenan jediný pokles obsahu energie. Bylo to naměřeno u kontrolní varianty, její výrazný pokles energie kles se zastaví až na hodnotě $15,15 \text{ kJ.g}^{-1}$. U ostatních stresovaných variant v tomto posledním měření bylo zaznamenáno navýšení energie. Navýšení bylo o $0,07 \text{ kJ.g}^{-1}$ až $0,22 \text{ kJ.g}^{-1}$. Konečné hodnoty byly zaznamenány S1 ($15,34 \text{ kJ.g}^{-1}$), S2 a S3 ($15,32 \text{ kJ.g}^{-1}$) a S4 ($15,31 \text{ kJ.g}^{-1}$).

V rámci hodnoceného vlivu a termínu odběru u kontrolní a stresované varianty S1 pokusu je možné konstatovat, že jejich trend je téměř shodný až do 35. dne odběru. V tento odběr

se v kontrolní variantě snížil obsah energie až na hodnotu $15,15 \text{ kJ.g}^{-1}$ a u stresované varianty S1 došlo k navýšení energie na zaznamenanou hodnotu $15,34 \text{ kJ.g}^{-1}$. Ostatní stresované varianty vykazovaly podobný trend, prudké snížení energie v 7. dnu měření a poté postupný nárůst energie, který pokračoval až do 35. dne odběru.

Obsah energie stonků odrůdy Ryzlink rýnský je uveden v grafu 8. Z něho vyplývá, že nejnižší obsah spalného tepla u této odrůdy byl zjištěn na počátku pokusu a dosahoval hodnoty $14,90 \text{ kJ.g}^{-1}$.

Graf 8: Ryzlink rýnský, obsah energie stonků.



V rámci následujícího 7. dne měření se obsah energie skoro lineárně navyšoval u všech pokusných variant a to až do 21. dne odběru. U varianty kontrolní byl zaznamenán nejvyšší nárůst energie, a to o $0,11 \text{ kJ.g}^{-1}$ ($15,01 \text{ kJ.g}^{-1}$) u varianty stresované S4 bylo navýšení pouze o $0,01 \text{ kJ.g}^{-1}$ ($14,91 \text{ kJ.g}^{-1}$). Konečné hodnoty u stresované varianty S1 a S2 ($14,98 \text{ kJ.g}^{-1}$) a stresovaná varianta S3 ($14,96 \text{ kJ.g}^{-1}$).

Dále ve 14. dnu měření se pokusné varianty pokračovaly v tomto trendu. Nejvíce energie navýšila stresovaná varianta S1 o $0,15 \text{ kJ.g}^{-1}$ ($15,13 \text{ kJ.g}^{-1}$). U ostatních variant bylo navýšení v intervalu $0,07 \text{ kJ.g}^{-1}$ až $0,1 \text{ kJ.g}^{-1}$. Konečné hodnoty ostatních variant byly zaznamenány takto, u kontrolní varianty byla hodnota ($15,09 \text{ kJ.g}^{-1}$), u stresované S2 ($15,08 \text{ kJ.g}^{-1}$) a varianty S3 a S4 měly tyto hodnoty totožné ($15,05 \text{ kJ.g}^{-1}$). Všechny pokusné varianty navyšovaly svůj obsah energie a v tomto trendu pokračovaly až do 21. dne odběru.

Obsah energie stonků se zvyšoval v závislosti v čase ještě ve 21. dnu odběru u všech pokusných variant. Nárůsty hodnot v tomto termínu byly minimální, stresovaná varianta S1 měla dokonce hodnoty totožné s předcházejícím měření ($15,13 \text{ kJ.g}^{-1}$). Ostatní konečné hodnoty variant tohoto měření byly opět vyrovnané, v kontrolní variantě ($15,17 \text{ kJ.g}^{-1}$) stresované variantě S2 ($15,16 \text{ kJ.g}^{-1}$), S3 ($15,15 \text{ kJ.g}^{-1}$) a S4 ($15,13 \text{ kJ.g}^{-1}$).

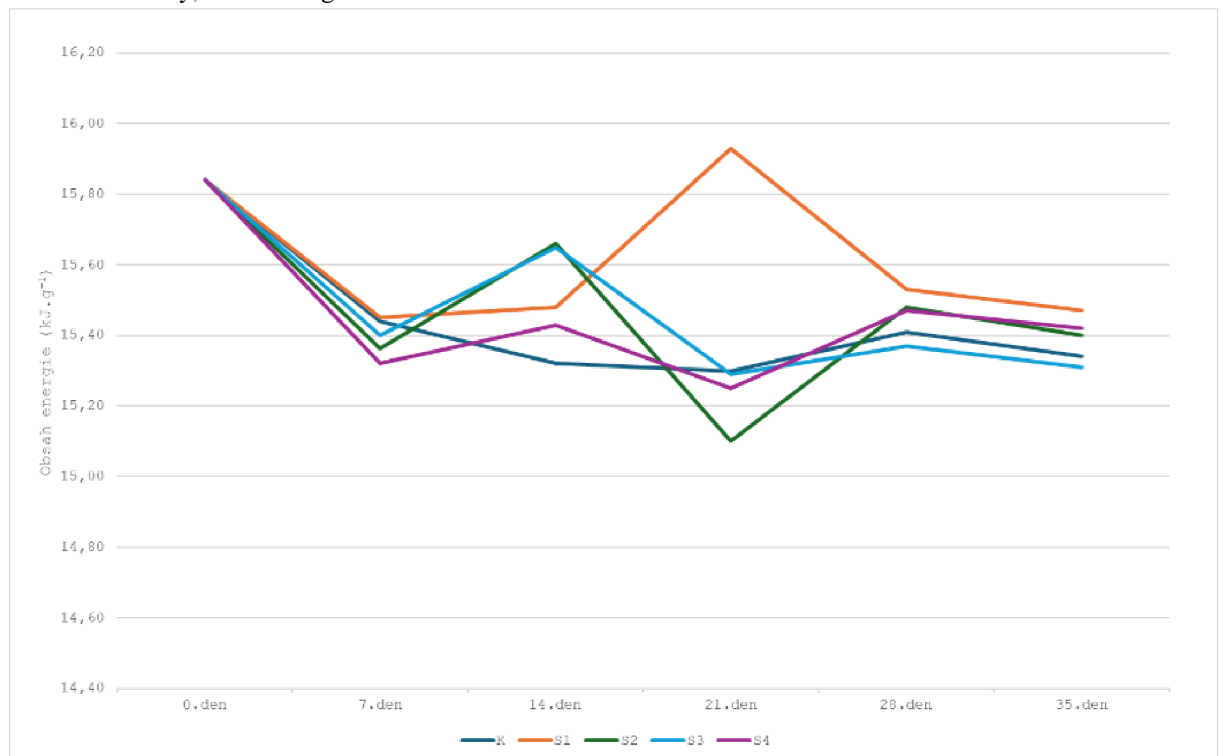
V následujícím 28. dnu měření jsme zaznamenali opačný trend, v tuto dobu nastalo u všech pokusných variant, kromě varianty stresované S1 (kde došlo k navýšení energie o 0,01 kJ.g⁻¹ na hodnotu 15,14 kJ.g⁻¹), ke snižování energie. Nejvyšší snížení energie bylo u varianty kontrolní o 0,13 kJ.g⁻¹ (15,04 kJ.g⁻¹), u stresované varianty S4 o 0,12 kJ.g⁻¹ (15,01 kJ.g⁻¹). Nejnižší pokles hodnot byl u varianty stresované S2 o 0,03 kJ.g⁻¹ (15,13 kJ.g⁻¹) a u varianty S3 o 0,05 kJ.g⁻¹ (15,10 kJ.g⁻¹).

V posledním termínu měření měla varianta kontrolní stále klesající tendenci, její hodnota klesla na hodnotu 14,98 kJ.g⁻¹. Ostatní pokusné varianty měly opačný trend, u všech docházelo k navyšování energie. Stresovaná varianta S1 (15,22 kJ.g⁻¹), S2 a S3 měly totožné hodnoty (15,18 kJ.g⁻¹) a varianta S4 (15,14 kJ.g⁻¹).

V rámci hodnoceného vlivu a termínu odběru u kontrolní a stresované varianty S1 pokusu je možné konstatovat, že jejich trend nebyl po celou dobu měření shodný. Varianta kontrolní měla až do 21. dne odběru téměř lineární vzestup, ale v 28. den došlo ke snižování hodnot energie a v tomto trendu pokračovala až do konce pokusu. Varianta stresovaná S1 kromě lehce vyššího navýšení energie v 7. den pokusu měla postupný vzestup hodnot v celém sledovaném období. Ostatní stresované varianty S2 a S3 měly podobný trend, do 21. dne měření zvyšování energie, poté nastal zvrat a došlo ke snižování energie. V 28. dnu měření u obou variant došlo k poklesu energie a v konečném sledovaném období se její energie opět navyšovala.

Obsah energie stonků odrůdy Tramín červený je uveden v grafu 9. Z něho vyplývá, že nejnižší obsah spalného tepla u této odrůdy byl zjištěn na počátku pokusu a dosahoval hodnoty 15,84 kJ.g⁻¹.

Graf 9: Tramín červený, obsah energie stonků.



V rámci následujícího 7. dne měření se obsah energie výrazně snížil u všech pokusných variant. Nejvyšší snížení jsme zaznamenali u stresované varianty S4 o hodnotu $0,52 \text{ kJ.g}^{-1}$ ($15,32 \text{ kJ.g}^{-1}$), nejnižší snížení měla stresovaná varianta S1 o $0,39 \text{ kJ.g}^{-1}$ ($15,45 \text{ kJ.g}^{-1}$). Konečné hodnoty ostatních variant tohoto měření byly zaznamenány takto, u kontrolní varianty ($15,44 \text{ kJ.g}^{-1}$), varianty stresované S2 ($15,36 \text{ kJ.g}^{-1}$) a S3 ($15,40 \text{ kJ.g}^{-1}$).

Ve 14. dnu měření jsme zaznamenali, že varianta kontrolní v tomto trendu nadále pokračuje až do 21. dne odběru. Její energie se v tomto měření snížila o $0,12 \text{ kJ.g}^{-1}$ ($15,32 \text{ kJ.g}^{-1}$). Ostatní varianty měly opačný trend a svůj obsah energie zvyšovaly. Nejvyšší navýšení jsme zaznamenali u stresované varianty S2 o $0,3 \text{ kJ.g}^{-1}$ ($15,66 \text{ kJ.g}^{-1}$). Konečné hodnoty ostatních stresovaných variant byly zaznamenány v takto, S1 ($15,48 \text{ kJ.g}^{-1}$), S3 ($15,65 \text{ kJ.g}^{-1}$) a S4 ($15,43 \text{ kJ.g}^{-1}$).

Obsah energie stonků se zvyšoval v závislosti v čase ještě po 21. dnech od počátku pokusu, ale pouze u varianty stresované S1, její navýšení bylo o $0,45 \text{ kJ.g}^{-1}$ ($15,93 \text{ kJ.g}^{-1}$), u všech ostatních pokusných variant docházelo ke snižování energie. Ostatní pokusné varianty svoji energii snižovaly, nejvyšší snížení hodnot v tomto termínu měření bylo nejvyšší u stresované varianty S2 o $0,56 \text{ kJ.g}^{-1}$ ($15,10 \text{ kJ.g}^{-1}$). Ostatní konečné hodnoty variant tohoto měření byly zaznamenány takto, v kontrolní variantě ($15,30 \text{ kJ.g}^{-1}$) stresované variantě S3 ($15,29 \text{ kJ.g}^{-1}$) a S4 ($15,25 \text{ kJ.g}^{-1}$).

V následujícím 28. dnu měření jsme zaznamenali razantní snížení hodnot u stresované varianty S1, a to o hodnotu $0,4 \text{ kJ.g}^{-1}$ ($15,53 \text{ kJ.g}^{-1}$). U ostatních pokusných variant docházelo k postupnému navýšování energie, u varianty kontrolní o $0,11 \text{ kJ.g}^{-1}$ ($15,41 \text{ kJ.g}^{-1}$) a stresované varianty S2 o $0,38 \text{ kJ.g}^{-1}$ ($15,48 \text{ kJ.g}^{-1}$), S3 o $0,08 \text{ kJ.g}^{-1}$ ($15,37 \text{ kJ.g}^{-1}$) a S4 o hodnotu $0,22 \text{ kJ.g}^{-1}$ na ($15,47 \text{ kJ.g}^{-1}$).

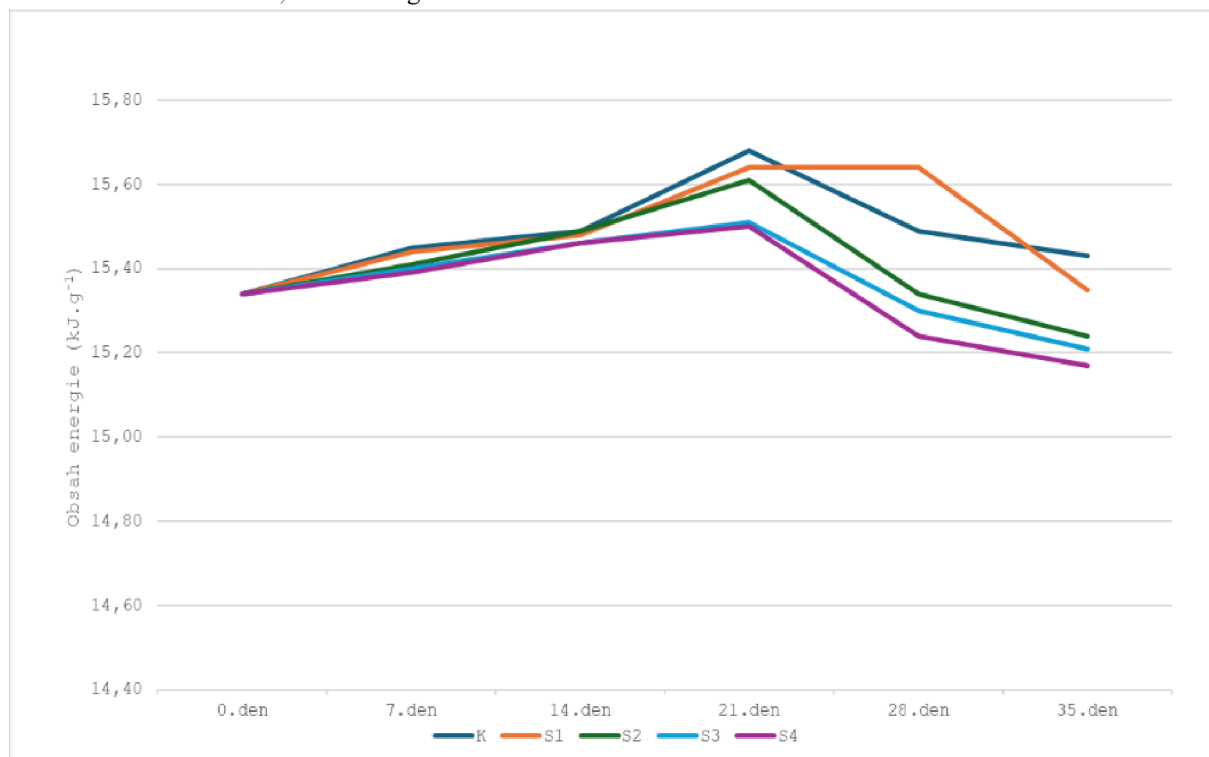
V posledním termínu měření byl zaznamán klesající trend všech pokusných variant oproti minulému měření. Jejich konečné hodnoty jsme zaznamenali takto, kontrolní varianta ($15,34 \text{ kJ.g}^{-1}$), varianta stresovaná S1 ($15,47 \text{ kJ.g}^{-1}$), S2 ($15,40 \text{ kJ.g}^{-1}$), S3 ($15,31 \text{ kJ.g}^{-1}$) a S4 ($15,42 \text{ kJ.g}^{-1}$).

V rámci hodnoceného vlivu a termínu odběru u kontrolní a stresované varianty S1 pokusu je možné konstatovat, že jejich trend je téměř shodný ale pouze do 7. dne odběru. V tento odběr se v kontrolní variantě dále snižovala energie, a až na minimální navýšení energie v 28. dnu odběru, ve svém klesajícím trendu pokračovala. Stresovaná varianta S1 měla razantní navýšení energie v 21. dnu odběru. Poté svou energii snižovala. Její konečná hodnota byla pouze o $0,02 \text{ kJ.g}^{-1}$ vyšší než na počátku pokusu ($15,47 \text{ kJ.g}^{-1}$).

5.3.2 Obsah energie list

Obsah energie listů odrůdy Rulandské šedé je uveden v grafu 10. Z něho vyplývá, že nejnižší obsah spalného tepla u této odrůdy byl zjištěn na počátku pokusu a dosahoval hodnoty $15,34 \text{ kJ.g}^{-1}$.

Graf 10: Rulandské šedé, obsah energie list.



V rámci následujícího 7. dne měření se obsah energie zvyšoval u všech pokusných variant ($14,45 \text{ kJ.g}^{-1}$ až $15,49 \text{ kJ.g}^{-1}$). Nejvyšší zvýšení o $0,11 \text{ kJ.g}^{-1}$ ($15,45 \text{ kJ.g}^{-1}$) bylo zaznamenáno u rostlin kontrolních.

Ve 14 dnu měření jsme zaznamenali stejný trend navyšování obsahu energie. Všechny pokusné varianty svůj obsah energie navyšují, a s navyšováním pokračují až do dalšího měření. Konečné hodnoty v tomto termínu odběru byly u všech pokusných variant vyrovnané v intervalu od $15,46 \text{ kJ.g}^{-1}$ do $15,49 \text{ kJ.g}^{-1}$. Stresované varianty S3 a S4 mají hodnoty totožné ($15,46 \text{ kJ.g}^{-1}$).

V následujícím 21. dnu měření je možné zaznamenat výrazné zvýšení hodnot této charakteristiky u varianty kontrolní, její navýšení v tomto měření bylo zaznamenáno o $0,19 \text{ kJ.g}^{-1}$ na hodnotu ($15,68 \text{ kJ.g}^{-1}$).

U ostatních stresovaných variant jsme zaznamenali konečné hodnoty v intervalu od $15,50 \text{ kJ.g}^{-1}$ a $15,64 \text{ kJ.g}^{-1}$.

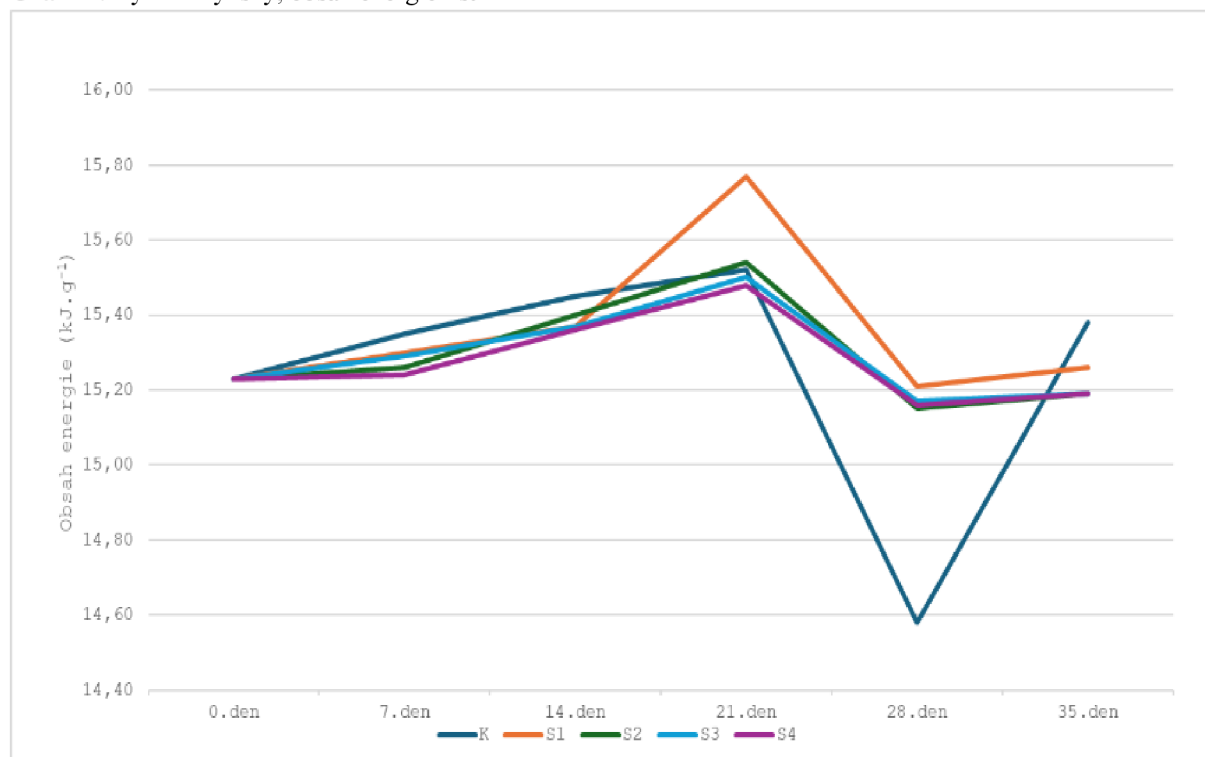
Obsah energie u varianty S1 vykazoval ve 28. dnu odběru stabilizaci svých hodnot ($15,64 \text{ kJ.g}^{-1}$), u ostatních variant docházelo k postupnému snižování energie na hodnoty v intervalu od $15,24 \text{ kJ.g}^{-1}$ do $15,64 \text{ kJ.g}^{-1}$.

V posledním odběru jsme zaznamenali klesající trend u všech pokusných variant, nejvyšší snížení bylo u stresované varianty S1 o $0,29 \text{ kJ.g}^{-1}$ ($15,35 \text{ kJ.g}^{-1}$). U ostatních variant byly konečné hodnoty v tomto měření v intervalu $15,17 \text{ kJ.g}^{-1}$ - $15,43 \text{ kJ.g}^{-1}$.

V rámci hodnoceného vlivu a termínu odběru u kontrolní a stresované varianty S1 pokusu je možné konstatovat, že jejich trend je téměř shodný, ale pouze do 21. dne odběru, poté varianta kontrolní snižuje obsah energie a varianta stresovaná S1 stabilizuje svoje hodnoty. V dalším 35. dne měření, poté obě varianty svůj obsah energie snižují. Ostatní pokusné varianty mají podobný trend, do 21. dne svůj obsah navyšují a do konce pokusu jej snižují.

Obsah energie listů odrůdy Ryzlink rýnský je uveden v grafu 11. Z něho vyplývá, že nejnižší obsah spalného tepla byl u této odrůdy zjištěn na počátku pokusu a dosahoval hodnoty 15,23 kJ.g⁻¹.

Graf 11: Ryzlink rýnský, obsah energie list



V termínu 7. dne měření se obsah energie lineárně zvyšoval u všech variant (15,24 kJ.g⁻¹ až 15,35 kJ.g⁻¹). Nejvyšší zvýšení o 0,12 kJ.g⁻¹ bylo zaznamenáno u rostlin kontrolních (15,35 kJ.g⁻¹) a rostlin varianty S1 o 0,07 kJ.g⁻¹ (15,30 kJ.g⁻¹). U varianty S2 až S4 byl zaznamenán nižší přírůstek energie oproti variantě kontrolní a variantě S1.

Po 14. dnech navození stresu byl trend navyšování obsahu energie stejný jako v předchozím měření. Všechny pokusné varianty pozvolna navyšovaly svůj obsah energie. Hodnoty v tomto termínu odběru byly u všech pokusných variant vyrovnané v intervalu od 15,36 kJ.g⁻¹ do 15,45 kJ.g⁻¹. Nejvyšší hodnoty jsme zaznamenali u kontrolní varianty (15,45 kJ.g⁻¹) a stresované varianty S1 a S3 měly konečné hodnoty totožné (15,37 kJ.g⁻¹).

V následujícím 21. dnu měření jsme zaznamenali výrazné zvýšení hodnot této charakteristiky u stresované varianty S1 na nejvyšší hodnotu tohoto měření (15,77 kJ.g⁻¹). U všech ostatních pokusných variant byly zaznamenány hodnoty v intervalu od 15,48 kJ.g⁻¹ do 15,54 kJ.g⁻¹.

Všechny pokusné varianty vykazovaly do 28. dne měření klesající trend. Nejvýraznější pokles byl zaznamenán u kontrolní varianty a to o 0,94 kJ.g⁻¹ (14,58 kJ.g⁻¹). Tato hodnota byla zároveň nejnižší hodnotou tohoto měření a dokonce i nižší hodnotou než měla tato varianta na počátku pokusu. U všech stresovaných variant byl obsah energie ve 4. termínu vyrovnán v intervalu od 15,15 kJ.g⁻¹ do 15,21 kJ.g⁻¹.

V posledním termínu odběru má varianta kontrolní opačný trend oproti minulému měření, zaznamenali jsme u ní nárůst energie o 0,8 kJ.g⁻¹ (15,38 kJ.g⁻¹). Ostatní stresované varianty

vykazují celkem stabilní hodnoty oproti minulému měření, varianta S1 ($15,26 \text{ kJ.g}^{-1}$) a varianty S2, S3 a S4 mají hodnoty totožné ($15,19 \text{ kJ.g}^{-1}$).

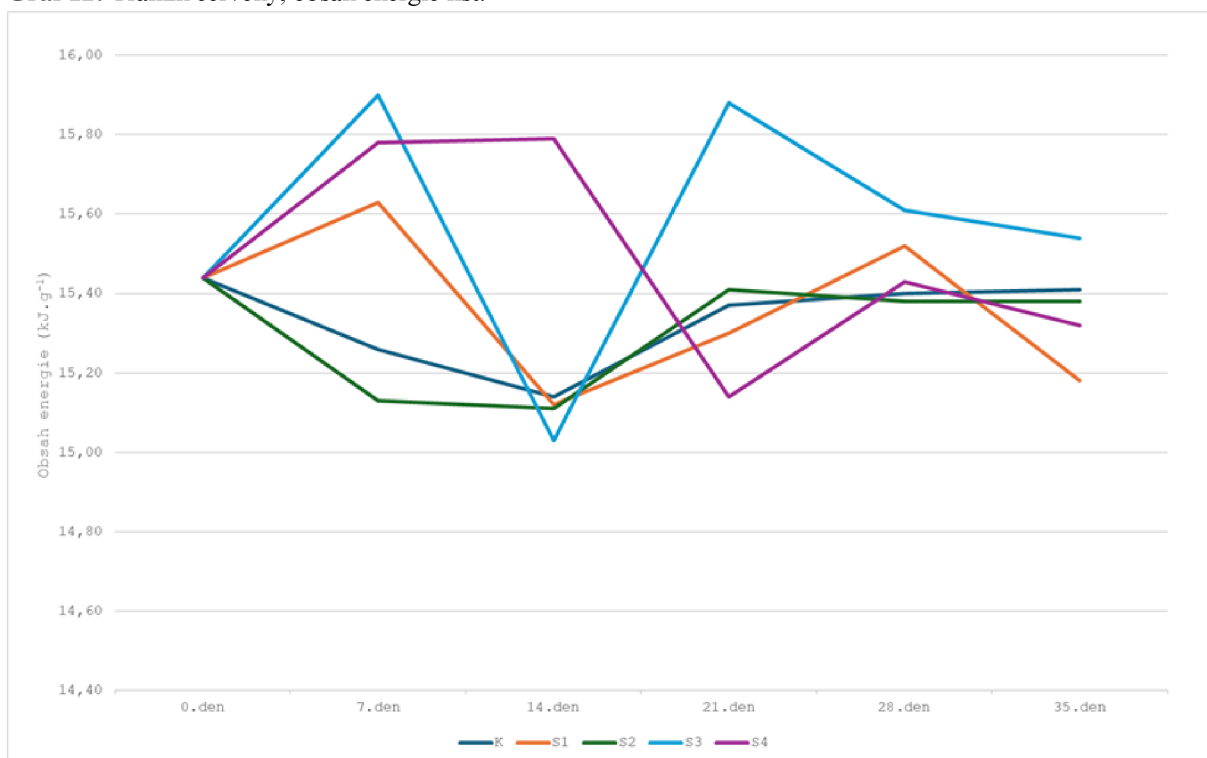
V rámci hodnoceného vlivu a termínu odběru u kontrolní a stresované varianty S1 tohoto pokusu je možné konstatovat, že jejich trend je téměř shodný, ale pouze do 14. dne měření. Varianta kontrolní do 21. dne navyšovala svůj obsah, poté došlo k razantnímu poklesu a ke konci měření jsme zaznamenali opět nárůst energie. Varianta S1 razantněji navýšila svůj obsah v 21. dnu měření a v 28. dnu snížila, do konce pokusu svůj obsah opět postupně navyšovala.

U ostatních stresovaných variant S2, S3 a S4 byl obdobný trend, postupné navyšování energie, v 21. den pokusu snížení energie a od 28. dne měření se hodnoty stabilizovaly.

Tento pokus byl výjimečný, zde jsme zaznamenali nižší hodnoty energie v 28. dnu měření oproti počáteční hodnotě.

Obsah energie listů odrůdy Tramín červený je uveden v grafu 12. Z něho vyplývá, že nejnižší obsah spalného tepla byl u této odrůdy zjištěn na počátku pokusu a dosahoval hodnoty $15,44 \text{ kJ.g}^{-1}$.

Graf 12: Tramín červený, obsah energie list.



V rámci následujícího 7. dne měření se obsah energie zvyšoval u variant S1 ($15,63 \text{ kJ.g}^{-1}$), u varianty S3, kdy jsme zaznamenali nejvyšší navýšení (o $0,46 \text{ kJ.g}^{-1}$) tohoto měření a zároveň nejvyšší hodnoty pokusu ($15,90 \text{ kJ.g}^{-1}$) a S4 ($15,78 \text{ kJ.g}^{-1}$), opačný trend jsme zaznamenali u varianty kontrolní ($15,26$) a stresované S2 ($15,13 \text{ kJ.g}^{-1}$).

Ve 14. dnu měření byl zaznamenán výrazný pokles energie u stresované varianty S3, o $0,87 \text{ kJ.g}^{-1}$ ($15,03 \text{ kJ.g}^{-1}$). Varianta kontrolní ($15,19 \text{ kJ.g}^{-1}$), stresovaná S1 ($15,12 \text{ kJ.g}^{-1}$), S2 ($15,11 \text{ kJ.g}^{-1}$) a S4 ($15,79 \text{ kJ.g}^{-1}$) vykazovaly trend zvyšování obsahu energie. U stresované varianty šlo o navýšení o $0,01 \text{ kJ.g}^{-1}$.

Obsah energie kořenů se zvyšoval v závislosti v čase ještě 21. dnů od začátku pokusu u všech pokusných variant, kromě stresované varianty S4, která měla opačný trend oproti ostatním, ta svůj obsah energie snížila o $0,65 \text{ kJ.g}^{-1}$ ($15,14 \text{ kJ.g}^{-1}$). Ostatní pokusné varianty svoji energii navyšovaly, nejvyšší nárůst měla opět varianta S3 o $0,85 \text{ kJ.g}^{-1}$ ($15,88 \text{ kJ.g}^{-1}$). Ostatní hodnoty v tomto termínu odběru byly v intervalu od $15,38 \text{ kJ.g}^{-1}$ do $15,43 \text{ kJ.g}^{-1}$.

V následujícím 28. dnu měření je možné zaznamenat výrazné snížení hodnot této charakteristiky. Nejvýraznější trend byl zaznamenán opět u varianty stresované S3, zde hodnoty klesly na hodnotu o $0,27 \text{ kJ.g}^{-1}$ ($15,61 \text{ kJ.g}^{-1}$). U ostatních pokusných variant jsme zaznamenali mírné navýšení na hodnoty od $15,40 \text{ kJ.g}^{-1}$ do $15,52 \text{ kJ.g}^{-1}$.

V posledním termínu měření trend poklesu energie pokračoval u stresovaných variant S1 ($15,18 \text{ kJ.g}^{-1}$), S3 ($15,54 \text{ kJ.g}^{-1}$) a S4 ($15,32 \text{ kJ.g}^{-1}$). U stresované varianty S2 se hodnoty v tomto měření stabilizovaly ($15,38 \text{ kJ.g}^{-1}$) došlo ke stabilizaci hodnot, zaznamenali jsme stejné hodnoty jako v předchozím měření. U varianty kontrolní došlo k nepatrnému $0,01 \text{ kJ.g}^{-1}$ navýšení ($15,41 \text{ kJ.g}^{-1}$).

V rámci hodnoceného vlivu a termínu odběru u kontrolní a stresované varianty S1 pokusu je možné konstatovat, že jejich trend úplně odlišný, varianta kontrolní z počátku pokusu lehce snižuje energii, od 14. dne měření energii navyšuje a od 21. dne měření došlo ke stabilizaci hodnot. Oproti variantě stresované S1 má ve třech měřeních velmi výrazné nárůsty a pokles v hodnotách energie. Ostatní stresované varianty se nechovají stejně, stresovaná varianta S4 má obdobně jako S3 výkyvy v nárůstu a poklesu energie.

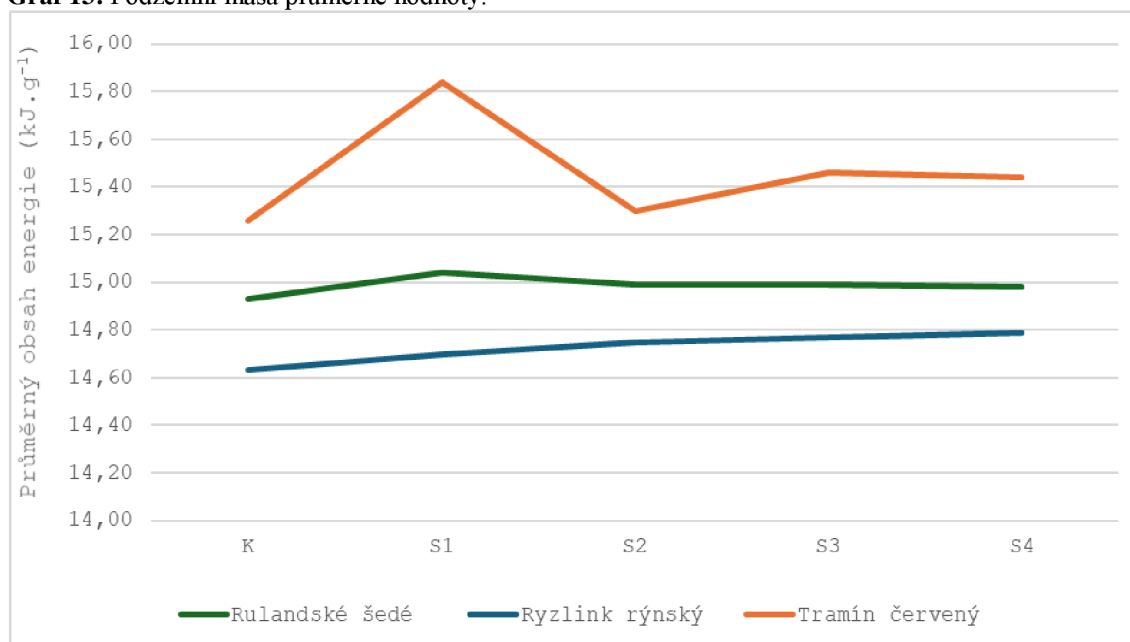
6 Diskuse

U vybraných genotypů révy vinné byl zjišťován vliv vodního deficitu na obsah energie v jednotlivých orgánech a genotypové rozdíly v translokaci energeticky bohatých látek do jednotlivých orgánů. Pokus byl sledován pomocí spalné kalorimetrie.

6.1 Obsah energie v kořenech

Obsah energie v kořenech byl ovlivněn nejenom variantou pokusu, délkou trvání stresoru, ale také odrůdou. Ze získaných výsledků je patrné, že nejnižších hodnot spalného tepla kořenů dosahovala odrůda Ryzlink rýnský a naopak nejvyšších odrůda Tramín červený.

Graf 13: Podzemní masa průměrné hodnoty.



Genotypové rozdíly ve své práci uvádí např. Paine (1971), Stražil (1995) a Hnilička et al. (2018) a potvrzují tvrzení, že mezi jednotlivými genotypy rostlin mohou být nepatrné rozdíly. Dále byly potvrzeny závěry, že v případě hodnocení vlivu vodního deficitu na obsah energie lze konstatovat, že na vodní stres citlivěji reagovala odrůda Rulandské šedé v porovnání s ostatními pokusnými genotypy. Jeho navýšení spalného tepla se v průběhu pokusu a ve srovnání kontrolní a stresované varianty S4 navýšilo pouze o 0,05 kJ.g⁻¹. U ostatních pokusných genotypů bylo navýšení o 0,16 kJ.g⁻¹ (RR) a 0,18 kJ.g⁻¹ (TČ). Pořadí jednotlivých genotypů dle obsahu energie od nejnižší po nejvyšší hodnoty v kořenech lze seřadit takto: Ryzlink rýnský, Rulandské šedé a Tramín červený. Bylo potvrzeno tvrzení Golley (1961), že energetická hodnota biomasy je funkcí genotypu. Závěr byl potvrzen i v této práci, kde bylo zjištěno, že nejvyšší rozdíl v obsahu energie u kořenů byl u genotypu Tramín červený 0,18 kJ.g⁻¹. Na environmentální faktory, které jsou klíčové pro růst a vývoj révy vinné, byly potvrzeny závěry, že kořeny genotypu Rulandské šedé reagují na nedostatek vody citlivěji ve srovnání s ostatními pokusnými genotypy.

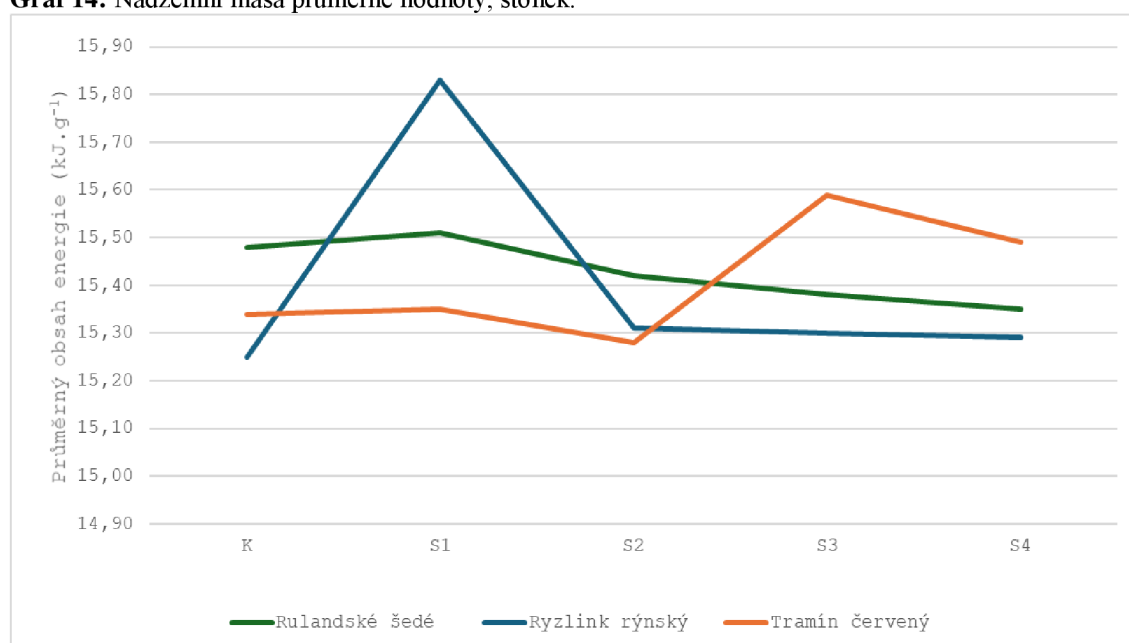
Hnilička et al. (2009) kteří uvádí, že vodní deficit je významný abiotický stresor, který obvykle snižuje obsah energie v jednotlivých orgánech. Také zaznamenávají snížený obsah energie v kořenech juvenilních rostlin kukuřice v důsledku postupného vysychání půdního substrátu. Toto tvrzení bylo u pokusu kořenů révy vinné vyvráceno, rostliny stresované vodním deficitem měly vyšší obsah energie oproti rostlinám kontrolním.

6.2 Obsah energie v nadzemí biomase

6.2.1 Obsah energie stonků

Obsah energie ve stoncích byl ovlivněn nejenom variantou pokusu, délkou trvání stresoru, ale také odrůdou.

Graf 14: Nadzemní masa průměrné hodnoty, stonků.



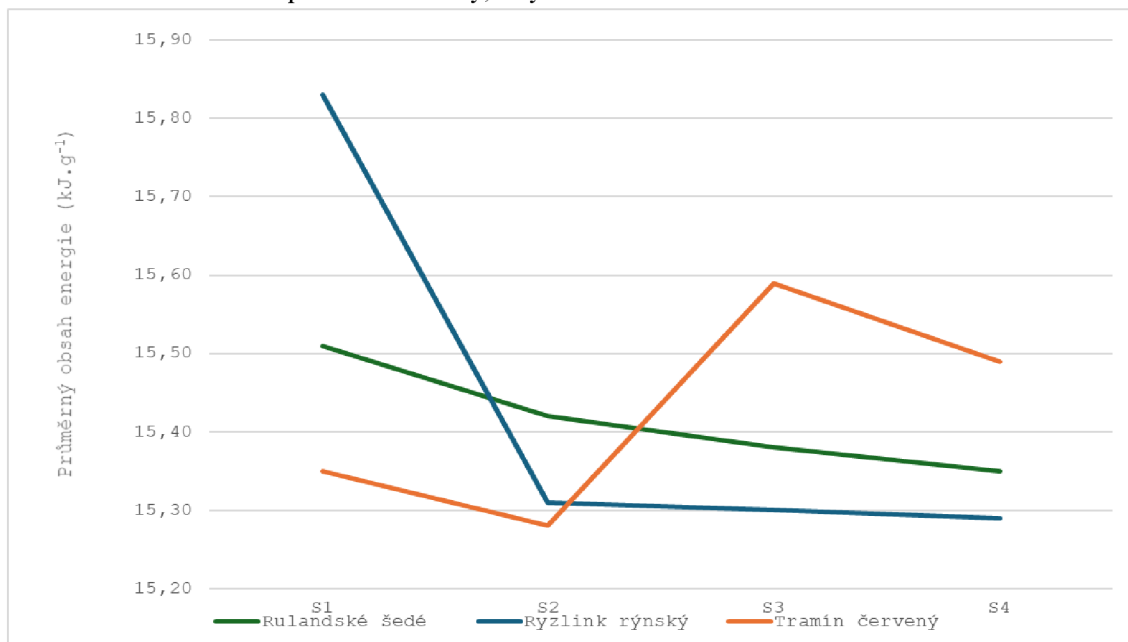
Ze získaných výsledků zobrazené v grafu 14, je patrné, že nejnižších hodnot spalného tepla stonků dosahovala odrůda Ryzlink rýnský v kontrolní variantě, s porovnáním se stresovanou variantou S4, kde měla navýšení pouze o $0,01 \text{ kJ.g}^{-1}$ a naopak nejvyšších hodnot dosahovala odrůda Tramín červený ve stresované variantě S1, kde měla oproti variantě kontrolní navýšení o $0,09 \text{ kJ.g}^{-1}$, na hodnotu $15,93 \text{ kJ.g}^{-1}$, jak je zobrazeno v grafu 1. Pořadí jednotlivých genotypů dle obsahu energie od nejnižší po nejvyšší hodnoty v listech lze seřadit takto: Ryzlink rýnský, Rulandské šedé a Tramín červený.

Na environmentální faktory, které jsou klíčové pro růst a vývoj révy vinné, byly potvrzeny závěry, že stonky genotypu Ryzlink rýnský reagují na nedostatek vody citlivěji ve srovnání s ostatními pokusnými odrůdami.

6.2.2 Obsah energie list

Obsah energie v listech byl ovlivněn nejenom variantou pokusu, délkou trvání stresoru, ale také odrůdou. Ze získaných výsledků je patrné, že nejnižších hodnot spalného tepla listů dosahovala odrůda Ryzlink rýnský a naopak nejvyšších hodnot dosahovala odrůda Rulandské šedé, jak je zobrazeno v grafu 15.

Graf 15: Nadzemní masa průměrné hodnoty, listy.



Pořadí jednotlivých genotypů dle obsahu energie od nejnižší po nejvyšší hodnoty v kořenech lze seřadit takto: Ryzlink rýnský, Rulandské šedé a Tramín červený. I zde bylo potvrzeno tvrzení Golley (1961), že energetická hodnota biomasy je funkcí genotypu. Závěr byl potvrzen i této prací, kde bylo zjištěno, že nejvyšší rozdíl v obsahu energie u kořenů byl u genotypu Tramín červený $0,44 \text{ kJ.g}^{-1}$.

Dále byly potvrzeny výsledky, že v případě hodnocení vlivu vodního deficitu na obsah energie lze konstatovat, že na vodní stres citlivěji reagovala odrůda Rulandské šedé ve srovnání s ostatními pokusnými genotypy. Jeho navýšení spalného tepla v průběhu pokusu a ve srovnání kontrolní a stresované varianty S4 bylo navýšení pouze o $0,05 \text{ kJ.g}^{-1}$. U ostatních pokusných genotypů bylo navýšení o $0,16 \text{ kJ.g}^{-1}$ (RR) a $0,18 \text{ kJ.g}^{-1}$ (TČ).

Na environmentální faktory, které jsou klíčové pro růst a vývoj révy vinné, byly potvrzeny závěry, že kořeny genotypu Rulandské šedé reagují na nedostatek vody citlivěji ve srovnání s ostatními pokusnými genotypy.

Dle Hnilička (1999) v rámci měření zjistil, že nadzemní orgány mají vyšší průměrný obsah energie oproti podzemním orgánům. Toto tvrzení bylo u pokusu révy vinné potvrzeno, nejnižší obsah energie mají kořeny, pak následuje energie ve stoncích a nejvyšší obsah energie mají listy.

7 Závěr

V bakalářské práci byl sledován vliv vodního deficitu na obsah energie v jednotlivých rostlinných orgánech vybraných genotypů révy vinné. Ze získaných výsledků vyplývají následující závěry:

- Byla potvrzena hypotéza, že existují genotypové rozdíly v reakci na omezenou závlahu. Ze sledovaných odrůd na vodní deficit citlivě reagovala odrůda Ryzlink rýnský a Rulandské šedé, naopak odrůda Tramín červený se jeví vůči vodnímu deficitu tolerantní.
- Hodnota spalného tepla byla ovlivněna genotypem, neboť ze sledovaných odrůd révy vinné měla nejvyšší průměrnou hodnotu spalného tepla odrůda Tramín červený ($15,41 \text{ kJ.g}^{-1}$).
- Naopak nejnižší průměrná hodnota spalného tepla ($15,00 \text{ kJ.g}^{-1}$) byla zjištěna u odrůdy Ryzlink rýnský.
- Byla potvrzena hypotéza, že existují genotypové rozdíly v translokaci energeticky bohatých látek do jednotlivých orgánů révy vinné.
- Obsah energie klesal v následujícím pořadí: kořen, stonek, list.
- Byla potvrzena hypotéza, že vodní deficit ovlivňuje obsah energie v jednotlivých orgánech révy vinné.
- Nejnižší obsah energie byl zjištěn u kořenů kontrolních rostlin odrůdy Ryzlink rýnský ($14,29 \text{ kJ.g}^{-1}$).
- Naopak nejvyšší obsah energie byl zjištěn u kořenů stresovaných rostlin odrůdy Tramín červený ve 28. den odběru, varianty S1 ($15,88 \text{ kJ.g}^{-1}$).
- V případě stonků bylo stanoveno následující pořadí: Rulandské šedé (od $15,11 \text{ kJ.g}^{-1}$ do $15,53 \text{ kJ.g}^{-1}$), Ryzlink rýnský (od $14,90 \text{ kJ.g}^{-1}$ do $15,22 \text{ kJ.g}^{-1}$) a Tramín červený v hodnotách (od $15,30 \text{ kJ.g}^{-1}$ do $15,93 \text{ kJ.g}^{-1}$).
- Obsah energie listů byl nejnižší u Ryzlinku rýnského ve variantě kontrolní v 28. dnu odběru ($14,58 \text{ kJ.g}^{-1}$) a nejvyšší hodnoty u odrůdy Tramín červený, stresované varianty S1 a 7. dnu odběru ($15,90 \text{ kJ.g}^{-1}$).
- Obsah energie se zvyšoval v průběhu ontogenetického vývoje, kdy nejnižší hodnoty byly zjištěny u kořenů na začátku pokusu. Jenom u kořenů kontrolních rostlin v posledním odběru odrůdy Tramín červený byly zjištěny nižší hodnoty energie než na počátku pokusu ($14,48 \text{ kJ.g}^{-1}$).
- V případě stonků byl zaznamenán nárůst u většiny stresovaných variant, kromě odrůdy Tramín červený S3 a kontrolní varianty u odrůd Rulandské šedé a Tramín červený.
- Hodnoty spalného tepla listů se měnily v závislosti na délce pokusu, kdy vlivem ontogenetického vývoje dochází k translokaci asimilátových látek do ostatních rostlinných částí.

8 Literatura

8.1 Literární zdroje

Azri W, Cosette P, Guillou C, Rabhi M, Nasr Z, Mliki A. 2020. Physiological and proteomic responses to drought stress in leaves of two wild grapevines (*Vitis sylvestris*): a comparative study. *Plant growth regulation*. 91: 37-52.

Balík J, Kyseláková M, Vrchotová N, Tříška J, Kumšta M, Veverka J, Lefnerová D. 2008. Hodnocení polyfenolů a antioxidační aktivity v hroznech a listech *Vitis vinifera* L.

Bhattacharjee S, Saha AK. 2014. Plant Water-Stress Response Mechanisms. 149-172 in *Approaches to Plant Stress and their Management*. Springer India, New Delhi.

Bigard A, Romieu C, Sire Y, Torregrosa L. 2020. *Vitis vinifera* L. diversity for cations and acidity is suitable for breeding fruits coping with climate warming. *Frontiers in Plant Science*, 2020, 11: 01175.

Bláha L. 2003. *Rostlina a stres*. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.

Blum A. 2016. Stress, strain, signaling, and adaptation—not just a matter of definition. *Journal of experimental botany*. 67.3: 562-565.

Braun J, Vaněk G. 1990. *Pěstujeme Révu vinnou*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

Brown ME. 2001. *Introduction to thermal analysis: techniques and applications*. Dordrecht: Springer Netherlands.

D'Odorico P, Portorato A. 2006. *Dryland ecohydrology*. Dordrecht, The Netherlands. Springer.

Dohnal LT. 1975. *Moderní vinař*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

Doležal P. 2001. *Lexikon moravského vinařství: historie a současnost pěstování vinné révy na Moravě*. Petr + Iva, Nový Bydžov.

Duvigneaud P. 1988. *Ekologická syntéza*. Academia, Praha.

Fajnor V. 1995. *Termická analýza*, 2.vyd. Bratislava.

Farooq M, Wahid A, Kobayashi N, Fujita D, Basra SMA. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Agronomy for Sustainable Development*. 29 (1), 185-212.

Gallagher PK, Brown ME, Kemp RB. 1999. *Handbook of thermal analysis and calorimetry: From Macromolecules to Man*. Oxford: Elsevier.

Geršlová J. 2011. Vídeň – oblast pěstování vína. Pages 130–133 in Bendová K, Vavryšová L, editors. *Víno jako multikulturní fenomén*. Societas Scientiarum Olomucensis II., Olomouc.

Golley FB. 1961. Energy values of ecological materials. *Ecology*. 42.3: 581-584.

Grainger K, Tattersall H. 2016. Wine production and quality Second. John Wiley & Sons, Incorporated, Chichester.

Hauft J. 1989. Nový brevír o víně. Vydání druhé. Ilustroval Jiří Winter-Neprakta. Praha. Svépomoc.

Havlíček V. 1986. Agrometeorologie: celostátní vysokoškolská učebnice pro vysoké školy zemědělské. Státní zemědělské nakladatelství. Rostlinná výroba (Státní zemědělské nakladatelství), Praha.

Hejnák V. 2003. Využití izotopové metody (^{15}N), spalné kalorimetrie a gazometrie v produkční fyziologii ječmene jarního a špenátu setého. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.

Hejnák, V, Pulkrábek J, Šafránková I, Stuchlíková K, Otáhal V. 2004. Water stress in production process of sugar beet and regulatory role of abscisic acid. Listy Cukrovarnické a Řepařské. 120.7-8: 216-219.

Hlušek J, Baroň M, Burg P, Lošák T, Pavloušek P, Šafránková I, Zemánek P. 2015. Réva vinná. ProfiPress, Praha.

Hnilička F, Hniličková H, Martinková J. 2010. Využití metod spalné kalorimetrie v biologických vědních disciplínách. Bláha L. (ed.) In. Současné možnosti fyziologie a zemědělského výzkumu přispět k produkci rostlin (vybrané kapitoly). Výzkumný ústav rostlinné výroby. Power Print, Praha.

Hnilička F, Hniličková H, Hejnák V. 2015. Use of combustion methods for calorimetry in the applied physiology of plants. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. 120: 411-417.

Hnilička F, Hniličková H, Kukla J, Kejzlar T, Kuklová M. 2018. Analysing energy balances of cultivation of five sugar beet varieties. Listy cukrovarnické a řepařské **134(12)**: 404-408.

Hnilička F, Martinek P, Hniličková H. 2020. Zvyšování výnosu pšenice a hodnocení bilance energie s využitím spalné kalorimetrie. Obilnářské listy 2:38-42.

Jenks M, Hasegawa P. 2005. Plant abiotic stress. Blackwell Publishing, Victoria.

Jirsa F. 1930. Kalorimetrie. Sběrka hornických a hutnických listů. Prometheus, Praha.

Jones HG, Flowers TJ, Jones MB. 2008. Plants under stress: Biochemistry, physiology and ecology and their application to plant improvement. Cambridge university press, Cambridge.

Kaplan Z, Danihelka J, Chrtek J et al. 2019. Klíč ke květeně České republiky. Druhé, aktualizované a zcela přepracované vydání. Academia, Praha.

Kováčová M, Kontriš J, Kontrišová. 1998. Využitie kalorimetrickej metody při výskume rastlinnej biomasy. Pages 43-44 in Taraba B, editor. Mezinárodní slovenský a český kalorimetrický seminář. Ostravská univerzita, Ostrava.

Kraus V. 1999. Réva vinná v Čechách a na Moravě. Radex, Praha

Kraus V, Foffová Z, Wurm B, 2005. Nová encyklopedie českého a moravského vína. Praga Mystica, Praha.

- Kraus V. 2012. Pěstujeme révu vinnou. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Grada. Česká zahrada, Praha.
- Kroupa M, Řehula M, Velich V, Musilová M. 1998. Využití kalorimetrických metod při studiu lékových forem. Pages 63-66 in Taraba B, editor. Mezinárodní slovenský a český kalorimetrický seminář. Ostravská univerzita, Ostrava.
- Kůdela V, Ackermann P, Prášil IT, Rod J, Veverka K. 2013. Abiotikózy rostlin: poruchy, poškození a poranění. Academia, Praha.
- Kuhn N et al. 2013. Berry ripening: recently heard through the grapevine. Journal of experimental botany. 65.16: 4543-4559.
- Lampíř L, Rubešová H. 2018. Ampelografie révy vinné. Česká zemědělská univerzita. Praha.
- Lampíř L. 2018. Fenologická stádia révy vinné: (*Vitis vinifera* L. ssp. *vinifera*). Česká zemědělská univerzita. Praha.
- Larcher W. 1988. Fyziologická ekologie rostlin. Academia. Praha.
- Larcher W, 1995. Physiological Plant Ecology. Springer-Verlag. New York.
- Larcher W. 2003. Physiological Plant Ecology. Correct. print. of the 5. ed. Springer-Verlag, Berlin.
- Lebom G, Fontaine F, Wojnarowicz G. 2008. Sugars and flowering in the grapevine (*Vitis vinifera* L.). Journal of Experimental Botany 59: 4288-4288.
- Levitt J. 1980. Responses of Plants to Environmental Stress, Volume 1: Chilling, Freezing, and High Temperature Stresses. Academic Press.
- Lieth H. 1977. Energy flow and efficiency differences in plants and plant communities. Pages 325-326 in Application of calorimetry in life sciences. Walte de Gruyter, Berlin & New York.
- Lisar SY, Motafakkerzad R, Hossain MM, Rahman IM. 2012. Causes, effects and responses. Water stress 25(1): 33.
- Malyshev RV. 2019. Biologičeskaja kalorimetrija v fiziologii rastenij. Page 277 in Desjatyi sjezd obshestva fiziologov rastenij Rossii «Fiziologija rastenij – osnova sozdanija rastenij budushego». Kazanskij universitet, Kazan'.
- Nader KB, Stoll M, Rauhut D, Patz C D, Jung, R, Loehnertz O, Gomès E. 2019. Riesling. European Journal of Agronomy. 104: 1-12. Impact of grapevine age on water status and productivity of *Vitis vinifera*.
- Nilsen ET, Orcutt DM. 1996. Physiology of plants under stress. Abiotic factors. John Wiley and Sons, New York.
- Paine RT. 1971. The measurement and application of the calorie to ecological problems. Annual review of ecology and systematice.
- Pavloušek P. 2008. Terroir-vinohradnictví a vinařství blízké přírodě. Veronica: časopis pro ochranu přírody a krajiny, Brno: Regionální sdružení ČSOP, 22(5), 18-19.

- Pavloušek P. 2011. Pěstování révy vinné: moderní vinohradnictví. Grada, Praha.
- Pavloušek P. 2023. Pěstování révy vinné: moderní vinohradnictví. Druhé, rozšířené vydání. Grada Publishing, Praha.
- Pavloušek P, Lampíř L. 2016. Réva vinná: pro malopěstitele. Agriprint, Olomouc
- Pavlová L. 2005. Fyziologie rostlin. Karolinum, Praha.
- Priewe J W. 2001. Die neue grosse schule. München: Zabert Sandmann Verlag.
- Rogers, A., Ellsworth, D. S., Humphreies, S. W. 2001. Possible eplamation of disparity between the in vitro and in vivo measurement of Rubisco activity: a study in loblolly pine in elevated CO2. Journal of Experimental Botany.
- Steidl R. 2010. Sklepní hospodářství. V českém jazyce vyd. 2., aktualiz. Přeložil Jiří SEDLO. Národní vinařské centrum, Valtice.
- Strašil, Z. 1998. Mezinárodní slovenský a český kalorimetrický seminář: Využití kalorimetrického měření pro potřeby rostlinné výroby. In: 25. - 28.5. 1998. Hotel Barbora, Vyšná Boca, Nízke Tatry, 39 - 40.
- Strašil Z. 2010. Studie košťavy vysoké (*Festuca arundinacea* Schreb.) pěstované pro energetické účely. Acta, Průhonice.
- Szyszlak-Barglowicz, J, Zajac, G, Piekarski W. 2012. Energy biomass characteristics of chosen plants. International Agrophysics. 26.2.
- Šebánek J. 1983. Fyziologie rostlin. 1. vyd. SZN. Praha.
- This P, Lacombe T, Thomas MR. 2006. Historical origins and genetic diversity of wine grapes. TRENDS in Genetics. 22.9: 511-519.
- Venkitasamy C, Zhao L, Zhang R, Pan Z. 2019. Grapes. In: Integrated processing technologies for food and agricultural by-products. Academic Press.

8.2 Internetové zdroje

Česká zemědělská univerzita v Praze, 1982. Vinařství ČZU [online]. [cit. 2024-04-23]. Dostupné z: <http://www.ovine.cz/web/structure/o-vecech-okolo>.

Ministerstvo zemědělství, 2023. Situační a výhledová zpráva: Réva vinná a víno 2022. *EAGRI* [online]. [cit. 2024-04-23]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/portal/mze/publikace/situacni-vyhledove-zpravy/roslinne-komodity/rev-a-vinna-a-vino/situacni-a-vyhledova-zprava-rev-a-vinna-a-vino-2023>.

Národní vinařské centrum, o.p.s., 2024. [online]. [cit. 2024-04-23]. Dostupné z: <https://www.vinarskecentrum.cz/>

Španělská vína a vinařství / e Vinice [online], 2009. [cit. 2024-04-23]. Dostupné z: <https://www.evinice.cz/ovine/spanelska-vina-a-vinarstvi>

Vineyard areas in France 2003-2019 / Statista. Statista – The Statistics Portal for Market Data [online]. 2021 [cit. 2024-04-23]. Dostupné z: www.statista.com/statistics/435360/vineyardarea-in-france/.

TECHNOR PRINT S.R.O., 2019. ČSN EN ISO 18125. Tuhá biopaliva - Stanovení spalného tepla a výhřevnosti.

TECHNOR PRINT S.R.O., 2021. ČSN EN ISO 1928: Uhlí a koks - stanovení spalného tepla.

Zákon č. 321/2004 Sb., o vinohradnictví a vinařství, ve znění pozdějších předpisů a k němu provádějící vyhláška Ministerstva zemědělství č. 88/2017 Sb., o provedení některých ustanovení zákona o vinohradnictví a vinařství, ve znění pozdějších předpisů.

Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 254/2010 Sb., kterou se stanoví seznam vinařských podoblastí, obcí a viničních tratí, ve znění pozdějších předpisů.

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1308/2013 ze dne 17. 12. 2013, kterým se stanoví společná organizace trhů se zemědělskými produkty a zrušují nařízení Rady (EHS) č. 922/72, (EHS) č. 234/79, (ES) č. 1037/2001 a (ES) č. 1234/2007 - toto nařízení nahrazuje a sjednocuje jednotlivá výše uvedená dřívější nařízení.

Nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU) 2019/934 ze dne 12. 3. 2019, kterým se doplňuje nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1308/2013, pokud jde o vinařské oblasti, kde lze zvýšit obsah alkoholu, povolené enologické postupy a omezení týkající se výroby a ošetření výrobků z révy vinné, minimální procentní podíl alkoholu pro vedlejší výrobky a jejich likvidaci a zveřejnění složek OIV.

Nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU) 2019/33 ze dne 17. 10. 2018, kterým se doplňuje nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1308/2013, pokud jde o žádosti o ochranu označení původu, zeměpisných označení a tradičních výrazů v odvětví vína, řízení o

námitce, omezení použití, změny specifikace výrobku, zrušení ochrany a označování a obchodní úpravu.

Nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU) 2018/273 ze dne 11. 12. 2017, kterým se doplňuje nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1308/2013, pokud jde o systém povolení pro výsadbu révy, registr vinic, průvodní doklady a certifikaci, evidenční knihu vstupů a výstupů, povinná prohlášení, oznámení a zveřejňování oznamovaných informací, doplňuje se nařízením Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1306/2013, pokud jde o příslušné kontroly a sankce, mění se nařízení Komise (ES) č. 555/2008, (ES) č. 606/2009 a (ES) č. 607/2009 a zrušuje se nařízení Komise (ES) č. 436/2009 a nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU) 2015/560.

Nařízení Komise (EU) 2021/1165 ze dne 15. 7. 2021, kterým se povolují některé produkty a látky pro použití v ekologické produkci a stanoví jejich seznamy, a další.

9 Seznam použitých zkratk a symbolů

ABA: Kyselina abscisová

BE/kJ.g⁻¹: Brutto energie (se spalovinami)

Co²: Oxid uhličitý

ČR: Česká republika

FAR: fotosynteticky aktivní záření

Fotosystém I (PS I): Plastocyanin-ferredoxin oxidoreduktáza

Fotosystém II (PS II): Vodní-plastochinon oxidoreduktáza

Ha: hektar

MPa: Megapascal (jednotka tlaku)

NE/kJ.g⁻¹: Čistá energie bez spalovin

PEPc: fosfoenolpyruvát karboxyláza

ROS: Reaktivní kyslíkový radiál

RR: Ryzlink rýnský

RŠ: Rulandské šedé

TR: Tramín červený

°C: Stupně Celsia

10 Seznam tabulek a obrázků

Obrázek 1: Réva vinná (<i>Vitis vinifera</i>)	11
Obrázek 2: Morfologická stavba a fenolog. stádia révového keře (Kraus et al. 2005) ..	12
Obrázek 3: Réva vinná (Lampíř 2018)	13
Obrázek 4: Vinařské oblasti na území ČR.....	19
Obrázek 5: Rulandské šedé.....	28
Obrázek 6: Ryzlink rýnský	29
Obrázek 7: Tramín červený	30
Tab. 1: Rozlohy vinařských zemí v tisících ha.	17
Tab. 2: Obsah energie v sušině rostlin (Upraveno dle Larchera 1995)	26
Graf 1: Změny energie, Rulandské šedé.....	32
Graf 2: Změny energie, Ryzlink rýnský	33
Graf 3: Změny energie, Tramín červený	34
Graf 4: Rulandské šedé, obsah energie v kořenech	35
Graf 5: Ryzlink rýnský, obsah energie v kořenech.....	36
Graf 6: Tramín červený, obsah energie v kořenech.....	37
Graf 7: Rulandské šedé, obsah energie stonek	39
Graf 8: Ryzlink rýnský, obsah energie stonek	40
Graf 9: Tramín červený, obsah energie stonek	41
Graf 10: Rulandské šedé, obsah energie list	43
Graf 11: Ryzlink rýnský, obsah energie list	44
Graf 12: Tramín červený, obsah energie list.....	45
Graf 13: Podzemní masa průměrné hodnoty	47
Graf 14: Nadzemní masa průměrné hodnoty, stonek	48
Graf 15: Nadzemní masa průměrné hodnoty, listy	49