

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Vliv rizikových meteorologických faktorů na výnos a
cukernatost révy vinné**

Diplomová práce

Bc. Veronika Nováková

Obor studia: Produkční zahradnictví

Vedoucí práce: doc. Dr. Mgr. Vera Potopová

© 2022 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

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

V Praze dne 12. 4. 2022

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala za odborné vedení mé diplomové práce doc. Dr. Mgr. Vere Potopové, za její trpělivost, ochotu, cenné rady a lidský přístup. Dále bych ráda poděkovala České zemědělské univerzitě v Praze, která mi umožnila zde studovat a vzdělávat se. A v neposlední řadě bych ráda poděkovala Ing. Martinovi Půčkovi za poskytnutí historických dat, bez kterých by nebylo možné práci dokončit.

Vliv rizikových meteorologických faktorů na výnos a cukernatost révy vinné

Souhrn

Diplomová práce se zabývá vlivem rizikových meteorologických jevů na výnos a cukernatost révy vinné. Teoretická část práce popisuje vegetační cyklus rostliny, vliv klimatických podmínek a rizikových jevů, které mají významný vliv na výnos, cukernatost a kvalitu sklizených hroznů. Dalším cílem práce je provedení případové studie v České republice, oblasti Čechy a oblasti Morava za posledních 20 let. Popis je následně zhodnocen v jednotlivých letech, kde je uvedena celková plocha plodných vinic v České republice, průměrný výnos a průměrná cukernatost a následně popis jednotlivých oblastí Čechy a Morava, kde je vždy uveden průměrný výnos moštových hroznů, průměrná cukernatost a podíl moštových hroznů daného roku. Další část diplomové práce se zabývá zhodnocením agrometeorologických podmínek révy vinné během vegetačního období od roku 2000–2020.

Praktická část je zaměřena na statistický rozbor pomocí Microsoft Excel pro oblast Čech a Moravy za období 2000–2020, kde byl vytvořen polynomický model výnosu a cukernatosti pro daný rok. Dále jsou vypočítány odchylky výnosů a cukernatostí od polynomického trendu. Následně byla vytvořena u obou oblastí Čech a Moravy tzv. predikce neboli prognóza do roku 2050 pro výnos a cukernatost révy vinné. Výsledky prógnozy uvádí, že v obou oblastech ČR se bude výnosnost révy vinné snižovat, naopak cukernatost bude vyšší vlivem globálního oteplování. Následující část diplomové práce se věnuje korelační analýze ilustrující závislost výnosu a cukernatosti na teplotě vzduchu a úhrnu srážek. Vztah mezi výnosem a úhrnem srážek byl se střední kladnou hodnotou v červenci ($r=-0,45$), kdy rostlina potřebuje vodu pro lepší kvalitu hroznů v oblasti Čech. V oblasti Morava byla záporná střední korelace mezi výnosem a úhrnem srážek v dubnu a v květnu ($r=-0,41$). Vztah mezi cukernatostí a průměrnou teplotou vzduchu byla příznivě ovlivněna v září ($r=0,54$). Korelace dokazuje navýšení cukernatosti v hroznech. Podle lineárních modelů této diplomové práce se objevují jarní mrazy v kratších intervalech se středně kladnou korelační hodnotou, a tak nezpůsobí významné škody na rostlinách. Záleží ovšem na daných podmínkách každého roku. Zvýšená teplota vzduchu a jednotlivé fenologické fáze révy vyžadují vyšší úhrn srážek pro růst rostliny a bobulí. Pokud tomu tak není, u rostliny nastává vláhový deficit.

Klíčová slova: Réva vinná (*Vitis vinifera* L.), změna klimatu, historie pěstování, fenofáze, teplota, sucho, mráz

Influence of risk meteorological factors on yield and sugar content of grape vine

Summary

This diploma thesis deals with the impact of meteorological high-risk factors on grapevine yield and sugar content. The theoretical part of the thesis describes the vegetation cycle of the plant, the impact of climate conditions, and high-risk factors, which have an important effect on yield, sugar content, and quality of harvested grapevine. Conducting the case study for Moravia and Bohemia regions for the last 20 years is the next aim of the thesis. The description is subsequently assessed for specific years given the overall area of fertile vineyards, the average yield, and average sugar content and then the particular areas of the Czech Republic are described given the average yield, average sugar content, and proportion of grapevines for the particular year. The next part of the thesis contains the assessment of the grapevine agrometeorological conditions for the vegetational period 2000–2020.

The practical part of the thesis is focused on statistical analysis, done with Microsoft Excel, for Bohemia and Moravia regions for the period of 2020–2050, where the polynomial yield model was created for particular years. Subsequently, the divergence in yields and sugar contents from the polynomial trend is calculated. Next, the prediction or prognosis for grapevine yields and sugar contents until 2050 was made. Prognosis outcomes show that grapevine yield will decrease, on the other hand, the sugar content will increase due to global warming.

The next part of the thesis deals with correlation analysis illustrating the dependency of yield and sugar content on air temperature and aggregate rainfall. In the Bohemia region, the connection between yield and aggregate rainfall is characterized by a positive median in July ($r=-0,45$), when the plant needs water for better grape quality. In the Moravia region, there was a negative median correlation between the yield and aggregate rainfall in April and May ($r=-0,41$). The connection between sugar content and the average air temperature was influenced in a positive way in September ($r=0,54$). The correlation proves the increase of sugar content in grapes. The linear models in this thesis proves that short-term spring frosts with a positive correlation median do not inflict important harm on plants. Obviously, it depends on the weather condition of each year. Increased air temperature and particular phases of grapevine require higher aggregate rainfall for the growth of the plant and grapes. If it does not happen, the plant suffers from a water deficit.

Keywords: grape-vine (*Vitis vinifera* L.), climate change, growing history, phenophase, warm, drought, frost

Obsah

1	Úvod.....	10
2	Vědecká hypotéza a cíle práce.....	11
2.1	Hypotézy	11
2.2	Cíl práce.....	11
3	Literární rešerše.....	12
3.1	Réva vinná (<i>Vitis vinifera</i> L.).....	12
3.1.1	Morfologický popis keře révy vinné (<i>Vitis vinifera</i> L.)	12
3.2	Vegetační cyklus a fenofáze révy vinné (<i>Vitis vinifera</i> L.).....	14
3.2.1	Fenologická fáze slzení a rašení.....	15
3.2.2	Fenologická fáze prodlužovacího růstu	15
3.2.3	Fenologická fáze kvetení.....	16
3.2.4	Fenologická fáze vyžívání plodů a dřeva	16
3.2.5	Fenologická fáze vyžívání zelených letorostů	16
3.2.6	Fenologická fáze dormance zimních oček a období klidu	17
4	Základní abiotické faktory pro pěstování révy vinné (<i>Vitis vinifera</i> L.).....	17
4.1.1	Teplota	17
4.1.2	Sluneční záření.....	18
4.1.3	Srážky.....	18
4.1.4	Proudění vzduchu	18
5	Meteorologické rizikové jevy révy vinné	18
5.1	Mráz.....	18
5.1.1	Pozdní jarní mráz	19
5.1.2	Časný podzimní mráz.....	19
5.1.3	Podzimní mráz	19
5.1.4	Zimní mráz	19
5.2	Krupobití	19
5.3	Úpal a úžeh.....	19
5.4	Sucho.....	20
6	Zhodnocení oblasti Čechy a oblasti Morava od roku 2000-2020	20
7	Materiál a metody	30
7.1	Výnos a cukernatost.....	30
7.2	Odchylky výnosu a cukernatosti	31
7.3	Predikce výnosu a cukernatosti	31
7.4	Korelační analýza	31

8	Výsledky	32
8.1	Meteorologické faktory nejvíce ovlivňující kvalitu, výnos a cukernatost hroznů révy vinné v České republice	32
8.2	Tendence průměrných ročních výnosů a průměrné roční cukernatosti révy vinné (<i>Vitis vinifera</i> L.) v oblasti Čechy a Morava	34
8.2.1	Průměrný roční výnos – Oblast Čechy	34
8.2.2	Průměrná roční cukernatost – Oblast Čechy	36
8.2.3	Průměrný roční výnos – Oblast Morava	37
8.2.4	Průměrná roční cukernatost – Oblast Morava	38
8.3	Odchylky výnosu a cukernatosti od dlouhodobého trendu a roky s nejvyšším a nejnižším výnosem a cukernatostí révy vinné (<i>Vitis vinifera</i> L.) v oblasti Čechy a Morava	39
8.3.1	Odchylky od výnosu - Oblast Čechy	39
8.3.2	Odchylka od cukernatosti - Oblast Čechy	41
8.3.3	Odchylka od výnosu - Oblast Morava	42
8.3.4	Odchylka od cukernatosti - Oblast Morava	43
8.4	Predikce výnosu a cukernatosti révy vinné do roku 2050 v oblasti Čechy a Morava	45
8.5	Pozorovaný a odhadový výnos a cukernatost pro oblast Čechy a Morava zprůměrovaný po 5- letech do roku 2050	46
8.5.1	Pozorovaný a odhadový výnos – Oblast Čechy	46
8.5.2	Pozorovaná a odhadová cukernatost – Oblast Čechy	47
8.5.3	Pozorovaný a odhadový výnos – Oblast Morava.....	47
8.5.4	Pozorovaná a odhadová cukernatost – Oblast Morava	48
8.6	Korelační analýza ilustrující závislost výnosu a cukernatosti na teplotě vzduchu a úhrnu srážek.....	49
8.6.1	Lineární model – Oblast Čechy	49
8.6.2	Lineární model – Oblast Morava	50
9	Diskuze	52
10	Závěr	54
11	Literatura.....	56
12	Samostatné přílohy	I

1 Úvod

Réva vinná, latinským názvem *Vitis vinifera* L. je velmi stará a vytrvalá rostlina liánovitého vzrůstu. Doklady o její existenci pocházejí až z nálezů semen třetihorního stáří. Nejstarší zmínky o pěstování révy vinné jsou zhruba 5000 let staré. V těchto dobách vypadaly rostliny zcela jinak a neměly tak chutné a kvalitní hrozny, jako je známe dnes. Postupně vlivem člověka a jeho znalostmi v oblasti pěstování a šlechtění vznikly nové odrůdy, které jsou dnes běžně pěstovány na vinohradech. Na českém území byla nejvýznamnější historická osobnost Karel IV., který podpořil výsadbu nových vinogradů u nás.

Réva vinná je teplomilná rostlina, která se pěstuje především v subtropickém a mírném klimatickém pásu. Pro správné pěstování révy vinné je třeba zohlednit klimatické podmínky a geologické poměry stanoviště. Svažité terén, především jižní svahy, které jsou osluněné a chráněné před větrem můžeme označit jako nejlepší stanoviště pro révu vinnou. Rostlina potřebuje pro svůj vývoj a růst příznivou teplotu (20-35 °C) a dostatek slunečního záření, což je důležitým faktorem při dozrávání hroznů. Teplota ovlivňuje nejen vývoj révy vinné, ale také možný výskyt a následný vývoj houbových onemocnění. I silné mrazy dokáží zničit celou úrodu. Proto musíme při volbě stanoviště a samotné výsadbě zvážit i půdní podmínky. Rostlina si během své dlouhé historie získala oblibu u lidí v mnoha různých kulturách. V České republice je roční spotřeba vína cca 21,5 l na hlavu.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

2.1 Hypotézy

Hypotéza 1: Jarních mrazů přibývá a způsobují značné škody na vinohradech a výrobě vína.

Hypotéza 2: Riziko sucha je stále větším problémem během fází růstu bobulí.

2.2 Cíl práce

Cílem této diplomové práce bylo zpracovat přehled o vlivu meteorologických podmínek na výnos, cukernatost a kvalitu révy vinné a následně vyhodnotit závislost výnosu a cukernatosti na klimatických podmínkách během roku v oblasti Čechy a v oblasti Morava.

3 Literární rešerše

3.1 Réva vinná (*Vitis vinifera* L.)

Réva vinná (*Vitis vinifera* L.) je vytrvalá, liánovitá dřevina, která se jako planá rostlina (*Vitis vinifera* subsp. *silvestris*) pne po kmeni do korun stromů kvůli slunečnímu svitu, který potřebuje pro svůj růst a vývoj. V průběhu evolučního vývoje se z plané lesní révy stala kulturní réva vinná (*Vitis vinifera* subsp. *sativa*), která se dnes pěstuje po celém světě a patří k nejvýznamnějším kulturním rostlinám (Pavloušek & Lampíř 2016). Réva vinná setrvává na svém stanovišti téměř třicet let a během každého roku probíhá cyklem, který je zakončený tvorbou hroznů (Dominé et al. 2015). Pro svůj liánovitý vzrůst se rostlina pěstuje na opěrných konstrukcích (Pavloušek & Lampíř 2016). Dřeviny mohou dorůst až 10 metrů. Kůra je tenká a často se třepí nebo odlupuje v dlouhých pásech, listy mohou být troj- až pěti- laločnaté, zubaté, na líci lesklé a lysé, na rubu pýřité s dlouhými řapíky. Úponky jsou větvené, dlouhé a vyrůstají naproti listům. Květy révy vinné jsou oboupohlavní a utvářejí bohaté laty. Plodem této rostliny jsou bobule (Coufal et al. 2004). Hlavním rozlišovacím kriteriem odrůd révy vinné je jejich využití, odrůdy dělíme na: podnožové, moštové, stolní a odrůdy, které se používají na sušení i k výrobě hrozin, dále podle odolnosti vůči houbovým chorobám či jiným onemocněním a barvy bobulí (Pavloušek & Lampíř 2016).

3.1.1 Morfologický popis keře révy vinné (*Vitis vinifera* L.)

Tabulka č.1. Popis keře révy vinné (*Vitis vinifera* L.)

Kořenový systém révy vinné	Kořenový systém upevňuje keř v půdě, ve které rostlina roste. Kořenový systém je důležitý pro příjem vody a živin. Ukládá zásobní látky. Vedlejší kořeny rostliny se rozvětvují a vytvářejí vlášení, které slouží k příjmu živin. Kořeny hlavní prorůstají do hloubky až několik metrů a slouží především k příjmu vody ze spodních vrstev půdy.
Druhy dřeva u révového keře	U révy vinné rozlišujeme tři druhy dřeva: 1. Staré dřevo 2. Dvouleté dřevo 3. Jednoleté dřevo Základ pěstitelského tvaru tvoří staré dřevo . Spojuje nadzemní část keře s kořeny. Staré dřevo je také zdroj zásobních látek. Zásobní látky se ve dřevě ukládají během vegetace a později je rostlina využívá ve fenologických fázích, především mezi rašením a kvetením

	<p>rostliny. Také pokud přijde nečekané období stresu.</p> <p>Dvouleté dřevo spojuje staré dřevo s jednoletým dřevem.</p> <p>Jednoleté dřevo je zdřevnatělý letorost a skládá se z nodů neboli uzlů a internodií. Rostliny plodí na jednoletém dřevě a ze zimních oček vyraší letorosty, které nesou hrozny.</p>
<p>Pupeny (očka)</p>	<p>Rostlina má 3 druhy pupenů (oček)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Zimní očka 2. Spící očka 3. Zálítková očka <p>Nejdůležitější jsou zimní očka pro růst a plodnost rostliny a nacházejí se na jednoletém dřevě. V očkách jsou založené základy květů a listů. Z počátku je očko kryto šupinami, a pak postupně dřevnatí.</p> <p>Spící očka se vytváří na starém dřevě. Pozitivní význam oček je, že je lze použít při obnově kmínku nebo sesazování kmínku pod vodící drát. Negativní dopad mohou mít, pokud jich na keři vyraší příliš mnoho a keře jsou pak náročnější na čištění kmínku a podlom.</p> <p>Zálítková očka jsou umístěny v úžlabí listů a tvoří zálítky ve stejném roce. Zálítky mají význam pro zrání hroznů.</p>
<p>Květ a květenství</p>	<p>Květy révy vinné tvoří lata. Na rostlině je možné najít daný rok 1 - 4 květenství. Větší počet květů se může objevovat u odrůd PIWI. Květ je pětičetný a květní orgán je kryt tzv. čepičkou. Čepička postupně odpadá a dochází tak ke kvetení.</p> <p>Pro révu pěstovanou v ČR je typický oboupohlavní květ.</p> <p>Květ může mít velmi výraznou vůni. Vůně květů často koresponduje s vůní vína. Optimální teploty pro kvetení jsou 20 - 30 °C. Negativně kvetení ovlivňují deštivé podmínky nebo časté a dlouhotrvající sucho.</p>

<p style="text-align: center;">Listy a zálisky</p>	<p>Hlavním asimilačním orgánem rostliny jsou právě listy a zálisky. Obsahují chlorofyl. Důležitou vlastností je průběh fotosyntézy. Díky odlišnosti listů u odrůd lze poznat o jakou odrůdu se jedná, tzv. ampelografie.</p> <p>Zálisky vyrůstají v paždí listů. Vyrůstají ze záliskových oček. Podzimní zbarvení u bílých odrůd se projevuje žloutnutím listů, listy ztrácejí zelenou barvu, které obsahují chlorofyl a dochází k rozkladu na karotenoidy. U odrůd modrých dochází k hromadění antokyanů a listy červenají.</p>
<p style="text-align: center;">Hrozny a bobule</p>	<p>Po opylení a oplození květů v květenství vzniká hrozen. Bobule jsou plody révy vinné a jsou umístěny na stopečkách, které tvoří hrozen. Tvar a uspořádání bobulí v hroznu je v poslední době velmi důležitý a sledovaný aspekt, protože uspořádání a hustota ovlivňuje citlivost hroznů k hnilobám, hlavně k plísni šedé (<i>Botrytis cinerea</i>).</p> <p>Bobule se skládá:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Slupka 2. Dužnina 3. Semena <p>Významné látky, které jsou důležité pro kvalitu vína obsahuje slupka, ve slupce se nacházejí antokyanová barviva a aromatické látky a třísloviny u modrých odrůd.</p>

(Pavloušek & Lampíř 2016)

3.2 Vegetační cyklus a fenofáze révy vinné (*Vitis vinifera* L.)

Vegetační cyklus révy vinné má tři období: období růstu, období vyzrávání a období zrání. Každé z těchto období je dále rozděleno do několika fenofází (Kraus & Kraus 2003). Tento roční cyklus rostliny je proces, který se na vinici opakuje každý rok. Každý jednotlivý krok v tomto procesu je důležitý a hraje významnou roli při vývoji révy vinné. A to i na výnos, kvalitu hroznů a jejich vlastností pro výrobu vína (Lampíř 2018). Délka trvání jednotlivých fenologických fází je závislá na celé radě faktorů, mezi ně patří především klimatické podmínky během celého vegetačního období, agrotechnických zásahů pěstitelů, živinách v půdě, počasí, ale také volbou a vlastností dané odrůdy (Pavloušek & Lampíř 2016). Jednotlivé fáze tohoto cyklu se nazývají fenofáze, nebo-li fenologické fáze, které představují kratší časové úseky daného vegetačního cyklu. Každá jednotlivá fenofáze je morfologicky i fyziologicky odlišná

od dalšího vývojového stádia rostliny. K nejvýznamnějším zásahům vázané právě na fenologické fáze jsou zákroky jako je zimní řez, zelené práce a ochrana proti chorobám a škůdcům révy vinné (Lampíř 2018).

Jednotlivé fáze lze rozdělit podle Stevensona (1993) do 7 fází: slzení révy, rašení oček, vývoj výhonů, olistění, kvetení, nasazení plodů, zrání a sklizeň hroznů. Lze jednotlivé fáze rozdělit i jinak: Fenofáze slzení a rašení, fenofáze prodlužovací růstu, fenofáze kvetení, fenofáze vyzrávání plodů a dřeva, fenofáze zelených letorostů, fenofáze dormance zimních oček a období klidu jako ve své knize uvádí (Pavloušek & Lampíř 2016).

3.2.1 Fenologická fáze slzení a rašení

Po zimním období klidu révy vinné je prvním vnějším projevem na jaře slzení keře (Lampíř 2018). V zimě jsou cévní svazky naplněny vzduchem a jejich činnost se obnoví právě na jaře. Při oteplení půdy okolo 5 - 6 °C dochází k prvním významným biochemickým dějům. Ke změnám dochází v kořenové části rostliny a začínají narůstat kořenová vlášení. K procesu slzení dochází, až když se teplota půdy ustálí na 8 - 10 °C, pak dochází k vytékání mízy z řezných ran na dřevě révy (Nováková 2019). V míze jsou obsaženy látky, kterým se říká fytohormony a mají významný vliv na následné procesy, které ovlivňují růst a plodnost odrůd (Pavloušek & Lampíř 2016).

Stevenson (1993) ve své knize uvádí, že řeznými ranami během slzení vytéká až 0,5 – 5,5 litrů mízy. Rašení oček začíná, když jsou venkovní teploty ustáleny na 10 °C (Kraus & Kraus 2003). Množství oček rašících na jaře, závisí na vlivu prostředí, obsahu živin, množství vody, a také na počtu oček, které jsou ponechány na rostlině (Pavloušek & Lampíř 2016). Negativní vliv na fenofázi rašení mohou mít hlavně velké zimní mrazy či suchý konec vegetačního období, kdy může dojít k poškození oček (Pavloušek 2008). Samotný proces rašení a jeho začátek je závislý na odrůdě (Zahradníček et al. 2009). Teploty při rašení mají vliv na hmotnost hroznů, vývoj bobulí a nepřímo tím ovlivňují i výnos rostlin (Stevenson 1993).

3.2.2 Fenologická fáze prodlužovacího růstu

Po vyrašení oček na keři se letorosty začínají pomalu prodlužovat, k růstu využívají zásobní látky, které jsou uloženy v kořenovém systému (Kraus & Kraus 2003). Letorosty jsou nejmladší částí révového keře. K urychlení růstu letorostů dochází ve chvíli, kdy se zvyšuje teplota vzduchu a začínají se tvořit nové asimiláty (Lampíř 2018). V období mezi měsíci březen a duben by měla být suma maximálních teplot nad 5 °C. V březnu je důležitým faktorem pro rostlinu rašení listových pupenů, úhrn slunečního svitu, v dubnu je pro změnu potřeba deštivé počasí pro rašení listů (Zahradníček & Hájková 2009).

Prodlužovací fáze probíhá rychle po vyrašení oček na keři a lze říci, že agrotechnická opatření na keři mohou mít velký vliv na tvorbu morfologických vlastností letorostů v následném vegetačním období. Způsob větvení keře révy vinné je monopodiálně sympodiální (Lampíř 2018).

3.2.3 Fenologická fáze kvetení

Fenofáze kvetení je fenologická fáze, která rozhoduje o násadě bobulí a následném výnosu hroznů. Když květní čepičky odpadnou, začíná kvetení a dochází k uvolňování pylu z prašníků, k opylení a oplození. Tento děj je ovlivňován klimatickými podmínkami (Pavloušek & Lampíř 2016). Ve srovnání s předcházejícími fenologickými fázemi probíhá fenofáze kvetení v krátkém časovém úseku, většinou je to okolo dvaceti dnů začátkem června. Negativní dopad na kvetení mohou mít příliš silné a časté srážky, kdy může docházet k nedostatečnému opylování, které má za následek hrozny s malým množstvím bobulí. Kvetení révy vinné ovlivňují nejvíce teplotní podmínky v období od dubna do června (Středová et al. 2011).

Valter (1981) ve své knize uvádí, že fenofáze kvetení začíná, jakmile rozkvetou první květy v několika různě umístěných květenstvích na keři. Květenství se tvoří i na zálistcích, odkud bývají odstraňovány, protože z hlavního letorostu odebírají živiny pro hrozny (Pavloušek 2011). Teplota, při které réva vinná zakládá květenství je 20 °C, optimálně 30 °C. Při těchto teplotách by měla být světelná intenzita 3 600 luxů alespoň čtyři hodiny denně. Při teplotách 40 °C dochází k výraznému oslabení zakládání květů (Lampíř 2018). Kraus (2012) ve své knize uvádí, že při teplotách vyšších než 15 °C se na bliznách kvítků tvoří lepkavý sekret, kde pylová zrna klíčí. Optimální teplota pro vyklíčení těchto zrn je teplota 25 – 30 °C, kdy prorůstání z blizny k vajíčku potrvá jen několik hodin. Násada bobulí začíná po oplodnění vajíček. Semeník se zvětšuje a dochází k přeměně v bobule hroznů. V průběhu kvetení může dojít k tzv. sprchávání (Lampíř 2018). Pro plný rozkvět rostlin je nejdůležitější úhrn slunečního svitu z předcházejícího vegetačního období (Zahradníček & Hájková 2009).

3.2.4 Fenologická fáze vyzrávání plodů a dřeva

Bobule v hroznů révy vinné mají vrstvu, která je silná a pokrytá tlustou voskovou vrstvou. Tato vrstva slouží jako ochrana před plísní šedou. V bobulích se ukládají cukry během zrání, cukry však nejsou ukládány do všech hroznů a bobulí stejně, ty, které jsou při svém zrání osluněné dozrávají rychleji (Kraus 2012). Podle Pavlouška (2008) jsou bobule na začátku růstu ve velikosti broku, později velikosti hrášku a nejdůležitější vývojová fáze je uzavírání hroznů. Růst bobulí nastává na konci června a je ovlivněn několika faktory. Růst ovlivňuje úhrn slunečního svitu, maximální teplota vzduchu a potencionální evapotranspirace zatravněné plochy (Zahradníček & Hájková 2009).

Lampíř (2018) ve své knize uvádí, že ke zrání bobulí patří jejich měknutí neboli zaměkání, to je přechodný jev mezi růstem bobulí a vyzráváním. Zaměkání též souvisí se změnami látek, které bobule obsahují. Bobule jsou průsvitnější, dochází k vyloučení chlorofylu a u modrých odrůd dochází k vybarvování se do modra. Pavloušek & Lampíř (2016) uvádí, že pro zaměkání bobulí je charakteristická změna barvy a její měknutí, především také zvyšování obsahu cukru. Termín měknutí je závislý na odrůdě révy vinné, kterou pěstujeme.

3.2.5 Fenologická fáze vyzrávání zelených letorostů

Fenologická fáze probíhá na konci léta a dochází k přeměně letorostů na jednoleté vyztřelé dřevo tzv. réví (Kraus & Kraus 2003). Letorosty postupně dřevnatí od bazální části a stávají se

odolnější proti mrazu. Také dochází k ukládání škrobu a cukru, které jsou důležité nejen pro odolnost rostliny, ale také pro růst po rašení (Pavloušek 2011).

3.2.6 Fenologická fáze dormance zimních oček a období klidu

Na počátku srpna vstupují zimní očka do endogenního klidu, tzv. dormance. V tomto období dochází k zastavení vnitřního vývoje oček vlivem složitých biochemických procesů, které v nich probíhají (Lampíř 2018). Za vstup do dormance má zodpovědnost stoupající kyselina abscisová v očkách. Období klidu trvá až do konce září (Kraus 2012).

4 Základní abiotické faktory pro pěstování révy vinné (*Vitis vinnifera* L.)

4.1.1 Teplota

Réva vinná je teplomilná rostlina, a proto je nejdůležitějším faktorem teplota. Při průměrné teplotě 10 °C, která je aktivní teplotou pro révu vinnou se začínají v nadzemních částech rostliny odvíjet životní děje. Délku vegetační doby udává součet dní s aktivní teplotou (Kraus et al. 2005). Podle Vereše (1980) teplotní poměry zpracované a vyčíslené jsou sumy teplot (aktivní teplota vzduchu, průměrná teplota vzduchu a počet dní s aktivní teplotou). Závisí na tom průběh fenologických fází keřů révy vinné, biologických a biochemických procesů, které probíhají na vinicích. Teplota ovlivňuje nejen průběh fenologických fází, ale také možný výskyt a vývoj houbových onemocnění. Spojením teploty a slunečního záření lze docílit kvalitního parametru na tvorbu hroznů. Pro růst a vývoj révy vinné je ideální teplota během vegetace 20-35 °C (Pavloušek 2011).

Vzoreček na vyčíslení aktivních teplot podle Vereše (1980)

$$\text{Suma At} = (\text{d.10}) + \text{suma Et}$$

Suma At = suma aktivních teplot

d = počet dní s teplotou nad 10 °C

Suma Et = suma efektivních teplot nad 10 °C

V publikaci autora Bláhy (1961) je uvedeno, že pokud je teplota nižší než 8 °C, dochází k zastavení růstu révy vinné. K zastavení růstu dochází také při vysokých teplotách (40 °C). Může dojít k vysychání rostliny a úplnému odumření keře. V období nejteplejších měsíců by neměla průměrná teplota klesnout pod 17 °C (červenec, srpen). V červnu několik dní před květem nebo během kvetení by teplota neměla být nižší než 15 °C (Kraus et al. 2005). Odolnost k nízkým teplotám je dána hlavně vyžráváním letorostů, koncentrací buněčné šťávy, obsahem hydrofilních koloidů a množstvím ochranných látek v rostlině (Bláha 1961). Podle Krause et al. (2005) působí na révu vinnou teploty pod bodem mrazu negativně. V době vegetace (květen) mohou mrazy na keřích révy vinné způsobit škody. V zimě může docházet k poškození pupenů již při -15 °C, což závisí na dané odrůdě a v jaké době mrazy přijdou.

4.1.2 Sluneční záření

Významným faktorem pro révu vinnou je světlo. Se slunečním zářením jsou úzce spjaty další faktory, které révu ovlivňují. Teplota, vlhkost vzduchu, půda a také biologické procesy, které na vinicích probíhají (Vereš 1980). Sluneční záření má vliv na veškeré životní děje rostliny. Světlo je důležité pro fotosyntézu, kvetení, při vyzrávání, kvalitu hroznů a má velký vliv na cukernatost (Pavloušek 2011). Příliš vysoké teploty mohou způsobovat negativní působení na metabolismus rostliny. Při oslunění listů révy vznikají cukry, které jsou výsledkem fotosyntézy. Osluněné bobule na keři mají vyšší obsah aromatických a fenolových látek (Pavloušek & Lampíř 2016).

4.1.3 Srážky

V našich podmínkách jsou atmosférické srážky jediným zdrojem vláhy. Srážky mají významný vliv na jakost úrody, délku vegetačního období, velikost bobulí i na vyzrávání dřeva. Nejvyšší potřeba srážek je v období po odkvětu révy a další při růstu a měknutí bobulí (Vereš 1980). Podle Pavlouška (2011) réva vinná přijímá srážky svým kořenovým systémem ale také nadzemními částmi rostliny ze vzduchu. Vliv na příjem vody závisí i na vodní jímavosti a půdním druhu. Při vyšším množství vlhkosti vzduchu mohou vznikat vhodné podmínky pro tvorbu houbových chorob. Naopak při nedostatku srážek dochází k oslabení růstu a ke žloutnutí listu i letorostů rostliny. Silnější nedostatek srážek může způsobit špatný vývoj bobulí. Baronti et al. (2014) uvádí, že dlouhodobý vodní stres může mít významný vliv na fotosyntézu révy vinné a výnos hroznů.

4.1.4 Proudění vzduchu

Další významný klimatický faktor, který ovlivňuje růst a vývoj rostliny je proudění vzduchu. Proudění větru ochlazuje listy révy vinné a při vysokých teplotách pozitivně ovlivňuje fotosyntézu. Rychlé proudění vzduchu způsobuje osychání listů i bobulí, a tím horší podmínky pro vznik houbových chorob (Pavloušek & Lampíř 2016). Proudění vzduchu ovlivňuje i teplotu. Silný vítr společně s nízkou teplotou může způsobit mrazové poškození na keři (v jarním i zimním období). Při silném větru může docházet k poškození keřů. Hlavně při intenzivním růstu. V místech se silným větrem se doporučuje řez na kratší plodné dřevo tak, aby bylo zabráněno vylomení. Proudění vzduchu má pozitivní vliv na dozrávání bobulí a na tvorbu sekundárních metabolit. Snižuje teplotu vzduchu (Pavloušek 2011). S tím souhlasí i Možný et al. (2016), který ve své práci uvádí, že správná zralost hroznů je závislá na povětrnostních podmínkách během vegetace.

5 Meteorologické rizikové jevy révy vinné

5.1 Mráz

Mráz a nízké teploty způsobují významné škody na keřích révy vinné. Na některých lokalitách mohou být až veliké ztráty. Ztráty z mrazu závisí na mnoha faktorech: lokalita pozemku, doba a orientace výsadby, způsob řezu. Poškození keřů se objevuje každý rok, ovšem

v každém roce v jiném rozsahu. Podle období rozlišujeme mrazy pozdní jarní, předčasné, podzimní a zimní (Pavloušek & Lampíř 2016).

5.1.1 Pozdní jarní mráz

Mráz se objevuje v měsíci květnu, kdy réva vinná je narašená s krátkými letorosty. K poškození dochází tehdy, kdy teplota klesne pod 0 °C. Při teplotách -2 °C a níže dojde ke zmrznutí narašených oček a letorostů, a to způsobí obrovské až definitivní ztráty na sklizni. Jako ochranu lze proti těmto mrazům použít tzv. zakuřování (Pavloušek & Lampíř 2016).

5.1.2 Časný podzimní mráz

Mráz na podzim způsobuje spálení listu a později jejich opad. Důsledkem je nedostatečné dozrání dřeva a nedostatečná příprava na přezimování keře (Ekovin 2015). Podle Pavlouška et al. (2016) tyto časný mrazy mohou pozitivně ovlivnit kvalitu vína.

5.1.3 Podzimní mráz

Objevuje se od konce října do listopadu. Pokud jsou v tomto období hrozny révy vinné stále na keři může dojít k poškození listové plochy. Ukončí se proces asimilace i vyzrávání plodů. K poškození listové plochy dochází při teplotách -2 °C, u bobulí -4 °C. Proti těmto mrazům neexistuje žádná ochrana (Pavloušek 2011).

5.1.4 Zimní mráz

Způsobuje výrazné škody. Mráz, který trvá delší dobu a je spojen s mrazivým větrem způsobuje poškození oček již při -15 °C (Pavloušek et al. 2016). Mráz nejdříve poškodí očka a kambium, dřevní pletiva a v poslední řadě může poškodit i kmínek keře révy. Jako prevenci můžeme zvolit vhodnou lokalitu pro pěstování odrůdy révy vinné (Ekovin 2015).

5.2 Krupobití

Nejnebezpečnější abiotický činitel, který způsobuje škody na keřích révy vinné. Poškozuje listy i hrozny (Pavloušek 2011). Důsledek poškození jsou potrhané listy a na bobulích se mohou objevit skvrny zelenošedé barvy. Při silném poškození dochází až k praskání bobulí. K poškození dochází i na letorostech rostliny. Jako ochranu můžeme používat ochranné sítě (Ekovin 2015).

5.3 Úpal a úžeh

Intenzivní sluneční záření způsobuje poškození na bobulích i na listech révy vinné. Intenzivní sluneční svit způsobuje poškození keřů, pokud současně působí vysoké teploty, nízká vlhkost vzduchu a sucho. Sluneční úpal způsobuje infračervené záření. Poškození je ovlivňováno vysokými teplotami. Záření způsobuje žlutozelené skvrny na bobulích, které poté nekrotizují a postupně zasychají i celé bobule. Listy jsou světle zelené a později zasychají. Náhlé změny chladného počasí na teplé zvyšují riziko poškození. Sluneční spála (úžeh) je

poškození UV-B zářením. Projevuje se později při vývoji bobulí, ty jsou pak šedohnědé a listy mají fialově hnědé zbarvení. Bobule i listy postupně zasychají (Ekovin 2015).

5.4 Sucho

Sucho způsobuje omezení růstu letorostů, listů i kořenů. Z nedostatku vody dochází také k uzavírání průduchů, které slouží k příjmu oxidu uhličitého pro fotosyntetickou reakci a intenzitu transpirace. Nejdříve je vliv sucha vidět na úponcích révy, které vadnou nebo mění svou barvu a opadávají. Větší stres je vidět na bobulích (Pavloušek 2011). Podle Heimna (2002) rozdělujeme sucho na čtyři základní kategorie. Meteorologické sucho, hydrologické, zemědělské a sucho socioekonomické. Často se navzájem překrývají. Je velmi obtížné určit, kdy sucho končí a kdy začíná. Vliv stresu, který způsobuje sucho, je možné ovlivnit vhodnými agrotechnickými zásahy na vinici nebo už před úplným založením vinice. Důležitý je výběr vhodného stanoviště pro danou odrůdu, volby hnojení, zpracování půdy nebo uplatnění kapkové závlahy.

6 Zhodnocení oblasti Čechy a oblasti Morava od roku 2000-2020

Réva vinná, 2000

Českomoravská vinohradnická a vinařská unie provedla výběrové šetření ke sklizni roku 2000 s celkovou plochou vinic 2.420 ha. Zjištěny byly výsledky sklizně moštových hroznů v České republice pro rok 2000. V České republice byla průměrná cukernatost 19,6 °NM. Průměrná cena moštových hroznů činila 12,50 Kč/kg. Rozdělení podle regionů: v českém vinařském regionu byl průměrný výnos moštových hroznů 5,7 tha^{-1} , průměrná cukernatost byla 19,9 °NM. Podíl modrých moštových hroznů v tomto regionu činil 45,7 % na celé sklizni. V moravském vinařském regionu byl hektarový výnos vyšší a tvořil 6,2 tha^{-1} . Průměrná cukernatost v moravském regionu byla 19,6 °NM. A podíl modrých moštových hroznů tvořil 25,3 % (Sklizeň moštových hroznů v ČR 2000).

Réva vinná, 2001

V roce 2001 bylo provedeno šetření ke sklizni s celkovou plochou 2.782 ha plodných vinic. Průměrný výnos moštových hroznů se pohyboval okolo 6,5 tha^{-1} . Průměrná cukernatost byla nižší oproti roku 2000 a tvořila 16 °NM. Průměrná cena moštových hroznů byla 11,80 Kč/kg. Pro Českou republiku tak byly sklizeny hrozny s celkovou hodnotou 0,9 miliardy Kč. V českém vinařském regionu byl hektarový výnos 3,9 tha^{-1} a průměrná cukernatost tvořila 15,6 °NM. Podíl sklizených moštových hroznů v tomto regionu byl 38,6 %. Moravský vinařský region měl v tomto roce hektarový výnos 6,6 tha^{-1} a o 0,4 vyšší cukernatost oproti českému vinařskému regionu. Podíl modrých moštových hroznů byl 26,6 % (Sklizeň moštových hroznů v ČR 2001).

Réva vinná, 2002

V tomto roce česká vinohradnická a vinařská unie provedla šetření v ČR s celkovou plochou plodných vinic 3.255 ha. Průměrný výnos moštových hroznů v České republice pro tento rok činil 5,8 tha^{-1} a průměrná cukernatost moštových hroznů byla o 3 °NM vyšší než v roce předcházejícím, a to 19,0 °NM. Průměrná cena moštových hroznů byla 13,00 Kč/kg tedy o 1,20 Kč/kg více než v předcházejícím roce. V českém vinařském regionu byl průměrný výnos moštových hroznů 3,4 tha^{-1} . Průměrná cukernatost se pohybovala okolo 19 °NM. V moravském vinařském regionu byl průměrný výnos moštových hroznů 6,6 tha^{-1} . Průměrná cukernatost byla stejná jako v českém regionu. Podíl modrých moštových hroznů činil pro Čechy 48 % a pro Moravu 30 % (Sklizeň moštových hroznů v ČR 2002).

Réva vinná, 2003

V tomto roce měla celková plocha plodných vinic 3.446 ha, na kterých probíhalo výběrové šetření českomoravskou vinohradnickou a vinařskou unií. Byly zjištěny následující výsledky: průměrný výnos moštových hroznů tvořil 6,3 tha^{-1} a průměrná cukernatost byla 19,7 °NM, tedy o 0,7 °NM více než v předcházejícím roce. Průměrná cena moštových hroznů se také navýšila, a to o 1,80 Kč, průměrná cena moštových hroznů byla 14,80 Kč. V českém vinařském regionu byla průměrná cukernatost 21, 3 °NM a průměrný výnos moštových hroznů činil 4,3 tha^{-1} . Podíl modrých moštových hroznů v této sklizni tvořil 40 %. V moravském vinařském regionu byla průměrná cukernatost 19,7 °NM a průměrný výnos moštových hroznů byl 6,4 tha^{-1} . Podíl modrých moštových hroznů byl v tomto regionu 34 % (Sklizeň moštových hroznů v ČR 2003).

Réva vinná, 2004

V roce 2004 provedl svaz vinařů České republiky výběrové šetření ke sklizni s celkovou plochou plodných vinic 4.771 ha. Průměrný výnos v ČR byl 5,6 tha^{-1} a průměrná cukernatost se pohybovala okolo 18,4 °NM. Průměrná cena moštových hroznů byla v tomto roce 13,60 Kč/kg. Průměrná cena bílých a modrých hroznů se lišila o 2,80 Kč, a to ve prospěch modrých hroznů. V oblasti Čechy se průměrný výnos moštových hroznů pohyboval okolo 4,5 tha^{-1} a průměrná cukernatost byla 18,5 °NM. Ve vinařské oblasti Morava byl průměrný výnos 5,6 tha^{-1} a průměrná cukernatost byla o 0,1 °NM nižší než ve vinařské oblasti Čechy. Podíl modrých moštových odrůd pro oblast Čechy byl 42 % a pro Moravu 31 % (Sklizeň moštových hroznů v ČR 2004).

Réva vinná, 2005

Svaz vinařů ČR provedl v tomto roce výběrové šetření s celkovou plochou plodných vinic 3.845 ha. Průměrný výnos moštových hroznů činil 4,6 tha^{-1} a průměrná cukernatost byla 19,5 °NM. Výnos modrých a bílých hroznů se letos statisticky nijak významně nelišil. Cukernatost v tomto roce byla vyšší u hroznů bílých o 0,7 °NM. Průměrná cena moštových hroznů byla kolem 11,30 Kč/kg, tedy o 2,30 Kč/kg méně než v loňském roce o 3,50 Kč/kg méně než v roce

2003. Průměrná cena bílých a modrých hroznů se lišila o 3,40 Kč/ha, a to ve prospěch modrých hroznů. V ČR byly sklizeny moštové hrozny v hodnotě 800 milionů Kč. Ve vinařském regionu Čechy byl průměrný výnos moštových hroznů $3,8 \text{ t ha}^{-1}$, průměrná cukernatost činila $19,8 \text{ }^\circ\text{NM}$ a podíl modrých moštových hroznů v tomto regionu byl 51 %, zatím největší podíl od roku 2000. Ve vinařském regionu Morava byl průměrný výnos $4,6 \text{ t ha}^{-1}$, průměrná cukernatost byla nižší o $0,3 \text{ }^\circ\text{NM}$ než v regionu Čechy a podíl modrých moštových hroznů byl 33 % (Sklizeň moštových hroznů v ČR 2005).

Réva vinná, 2006

Českomoravská vinohradnická a vinařská unie provedla výběrové šetření ke sklizni roku 2006 s celkovou plochou plodných vinic 4.143 ha. Výsledky sklizně moštových hroznů v ČR pro tento rok byly následující: Průměrný výnos moštových hroznů tvořil $3,7 \text{ t ha}^{-1}$, který byl nižší oproti předcházejícím rokům. Průměrná cukernatost byla $21,2 \text{ }^\circ\text{NM}$, která byla pro změnu oproti přecházejícím rokům vyšší. Cukernatost byla vyšší o $1 \text{ }^\circ\text{NM}$ u bílých odrůd. Průměrná cena moštových hroznů v roce 2006 byla 13,50 Kč/kg. Následek zvýšení ceny byl nižší výnos a vyšší cukernatost spolu spojenou s extrémně nízkou cenou v minulém roce. Průměrná cena hroznů se lišila o 1,80 Kč ve prospěch modrých hroznů. Výnos modrých hroznů v ČR byl $3,9 \text{ t ha}^{-1}$ a bílých hroznů $3,6 \text{ t ha}^{-1}$. V českém vinařském regionu byl průměrný výnos moštových hroznů $4,3 \text{ t ha}^{-1}$, průměrná cukernatost $20,6 \text{ }^\circ\text{NM}$ a podíl modrých moštových hroznů tvořil 43 %. V moravském vinařském regionu byl nižší výnos moštových hroznů, než v českém regionu a to o $0,6 \text{ t ha}^{-1}$. Průměrná cukernatost byla $21,2 \text{ }^\circ\text{NM}$ a podíl modrých moštových hroznů tvořil 36 % (Sklizeň moštových hroznů v ČR 2006).

Réva vinná, 2007

Svaz vinařů ČR provedl v tomto roce výběrové šetření s celkovou plochou plodných vinic 4.113 ha. Výsledky sklizně moštových hroznů byly následující: průměrný výnos moštových hroznů se pohyboval okolo $6,6 \text{ t ha}^{-1}$, tedy o $2,9 \text{ t ha}^{-1}$ vyšší oproti přecházejícímu roku 2006. Výnos modrých a bílých hroznů činil $7,1 \text{ t ha}^{-1}$ pro modré hrozny a $6,3 \text{ t ha}^{-1}$ pro bílé hrozny. Průměrná cukernatost hroznů byla $19,1 \text{ }^\circ\text{NM}$. Průměrná cena moštových hroznů byla 12,30 Kč a hrozny byly sklizeny v hodnotě 1,4 miliardy Kč. Průměrná cena modrých moštových odrůd byla vyšší o 1,20 Kč/kg. V oblasti Čech byl průměrný výnos moštových hroznů $4,9 \text{ t ha}^{-1}$, průměrná cukernatost $20,7 \text{ }^\circ\text{NM}$ a podíl modrých moštových odrůd 43 %. Zatímco pro vinařskou oblast Morava byl průměrný výnos moštových hroznů vyšší, $6,6 \text{ t ha}^{-1}$, průměrná cukernatost $19,1 \text{ }^\circ\text{NM}$ a podíl modrých moštových hroznů 38 % (Sklizeň moštových hroznů v ČR 2007).

Réva vinná, 2008

V tomto roce měla celková plocha plodných vinic 3.806 ha, na kterých probíhalo výběrové šetření českomoravskou vinohradnickou a vinařskou unií. Průměrný výnos moštových hroznů v roce 2008 byl $6,6 \text{ t ha}^{-1}$, stejný jako v roce předcházejícím. Výnos bílých hroznů tvořil $6,5 \text{ t ha}^{-1}$ a modrých hroznů $6,8 \text{ t ha}^{-1}$. Průměrná cukernatost byla $19,7 \text{ }^\circ\text{NM}$.

Cukernatost byla vyšší u bílých odrůd, a to o 0,7 °NM. Průměrná cena moštových hroznů byla 12,00 Kč/kg. Průměrná cena bílých a modrých hroznů se lišila o 0,60 Kč/kg ve prospěch bílých hroznů. Sklizeny byly hrozny v hodnotě 1,4 miliardy Kč. V české vinařské oblasti se průměrný výnos pohyboval okolo 6,3 tha^{-1} a průměrná cukernatost 19,05 °NM. V moravské vinařské oblasti byl průměrný hektarový výnos 6,6 tha^{-1} a průměrná cukernatost byla 19,7 °NM. Podíl modrých moštových hroznů činil pro oblast Čechy 49 % a pro oblast Morava 36 % (Sklizeň moštových hroznů v ČR 2008).

Réva vinná, 2009

Svaz českých vinařů provedl v roce 2009 výběrové šetření ke sklizni hroznů. Celková plocha v tomto roce měla 3.667 ha plodných vinic. Byly zjištěny následující výsledky: V ČR byl průměrný výnos moštových hroznů 4,5 tha^{-1} . Výnos bílých hroznů byl 4,5 tha^{-1} a výnos modrých hroznů byl vyšší 4,6 tha^{-1} . Z hroznů sklizených v ČR lze získat až 570 tisíc hl vína. Průměrná cukernatost byla okolo 20,7 °NM. Cukernatost v tomto roce byla po delší době vyšší, než je obvyklý průměr, tento rok se dá přirovnat pouze k ročníku 2006, kde byla průměrná cukernatost 21,2 °NM. V tomto roce byla u bílých odrůd vyšší cukernatost o 0,5 °NM. Průměrná cena moštových hroznů činila 12,00 Kč se shodnou cenou předcházejícího roku 2008. Cena bílých a modrých hroznů se lišila o 1,40 Kč ve prospěch bílých hroznů. V ČR byly sklizeny hrozny v hodnotě 0,9 miliardy Kč, tedy o 0,5 miliardy Kč méně než v předcházejícím roce. Ve vinařské oblasti Čechy byl průměrný výnos moštových hroznů 3,4 tha^{-1} , průměrná cukernatost 20,2 °NM a podíl modrých moštových hroznů činil 38 %. Ve vinařské oblasti Morava byl průměrný výnos vyšší, 4,5 tha^{-1} , průměrná cukernatost 20,7 °NM a podíl modrých moštových hroznů činil 36 % (Sklizeň moštových hroznů v ČR 2009).

Réva vinná, 2010

V tomto roce měla celková plocha plodných vinic 3.821 ha, na kterých probíhalo výběrové šetření českomoravskou vinohradnickou a vinařskou unií. Průměrný výnos moštových hroznů byl 3,2 tha^{-1} . Výnos tohoto roku byl nejnižší oproti předcházejícím ročníkům. Přesto ze sklizených hroznů v ČR lze získat 390 tisíc hl vína. Výnos bílých hroznů činil 3,2 tha^{-1} , u modrých to bylo pouze o 0,1 tha^{-1} méně. Průměrná cukernatost byla 19,8 °NM, přičemž cukernatost byla vyšší o 1,0 °NM u bílých hroznů. Průměrná cena moštových hroznů byla 16,30 Kč/kg, tedy o 4,30 Kč/kg vyšší oproti předcházejícímu roku. Cena bílých a modrých hroznů se lišila o 2,00 Kč/kg. Dražší byly hrozny bílé. V českém vinařském regionu byl průměrný výnos moštových hroznů 2,7 tha^{-1} , průměrná cukernatost 18,1 °NM. Ve vinařském regionu Morava byl výnos 3,2 tha^{-1} a průměrná cukernatost činila 19,8 °NM. Podíl modrých moštových odrůd byl v oblasti Čech 38 % a na Moravě 32 % (Sklizeň moštových hroznů v ČR 2010).

Réva vinná, 2011

Svaz vinařů v České republice provedl v tomto roce výběrové šetření jako tomu bylo již v předcházejících letech. Celková plocha plodných vinic činila 3.824 ha. Výsledky sklizně

moštových hroznů byly následující: průměrný výnos moštových hroznů se pohyboval okolo 6,0 tha^{-1} . Ze sklizených hroznů pro tento rok v ČR lze získat 670 tisíc hl vína, což je přibližně 1/3 roční spotřeby vína. Výnos modrých hroznů byl 6,2 tha^{-1} , u bílých hroznů byl výnos nižší o 0,3 tha^{-1} . Průměrná cukernatost ČR se pohybovala kolem 21 °NM. Takto vysoká cukernatost by se dala přirovnat pouze k ročníkům 2006 a 2009. Cukernatost byla vyšší u bílých odrůd a to o 0,8 °NM. Průměrná cena moštových hroznů v roce 2011 byla 17,30 Kč, oproti roku 2010 vyšší o 1 Kč/kg. Průměrná cena bílých hroznů 17,90 Kč/kg, průměrná cena modrých hroznů 16,30 Kč/kg. V České republice byly sklizeny hrozny v hodnotě 1,7 miliardy Kč, zatím nejvyšší historická částka u sklizených hroznů. V oblasti Čech byl průměrný hektarový výnos okolo 1,0 tha^{-1} , průměrná cukernatost byla 19,5 °NM a podíl modrých moštových hroznů z celkové sklizně tvořil 37 %. Ve vinařské oblasti Morava byl průměrný hektarový výnos 6,3 tha^{-1} , průměrná cukernatost 21 °NM a podíl modrých sklizených hroznů činil o 1 % méně, než tomu bylo ve vinařské oblasti Čech (Sklizeň moštových hroznů v ČR 2011).

Réva vinná, 2012

V tomto roce měla celková plocha plodných vinic 4.029 ha, na kterých probíhalo výběrové šetření svazu vinařů České republiky. V roce 2012 byly výsledky sklizně moštových hroznů následující: průměrný výnos moštových hroznů se v ČR pohyboval okolo 4,3 tha^{-1} . Přičemž výnos bílých hroznů činil 4,0 tha^{-1} u modrých hroznů byl výnos 4,7 tha^{-1} . Průměrná cukernatost v tomto roce byla 21,3 °NM, celkem o 0,3 °NM více než v roce 2011. Za dobu existujícího vinařského zákona je tato průměrná cukernatost nejvyšší dosaženou cukernatostí v ČR. Průměrná cukernatost byla o 1,1 °NM vyšší u bílých vín. Průměrná cena moštových hroznů v roce 2012 byla 17,90 Kč/kg. V České republice byly sklizeny hrozny v hodnotě 1,26 miliardy Kč. Průměrná cena bílého vína byla 18,40 Kč/kg u modrých hroznů byla cena 15,80 Kč/kg. V českém vinařském regionu byl průměrný výnos moštových hroznů 3,4 tha^{-1} , na Moravě 4,3 tha^{-1} . Průměrná cukernatost se pohybovala kolem 20,6 °NM, tedy o 0,7 °NM méně, než bylo ve vinařské oblasti na Moravě. Podíl modrých moštových hroznů byl v českém regionu 41 % a na Moravě o 3 % méně (Sklizeň moštových hroznů v ČR 2012).

Réva vinná, 2013

Svaz vinařů České republiky zajistil výběrové šetření tohoto roku 2013 ke sklizni hroznů s celkovou plochou 4.235 ha plodných vinic. Průměrným výnosem moštových odrůd bylo 5,5 tha^{-1} s průměrnou cukernatostí 20,1 °NM. Ze sklizených hroznů v tomto roce bylo získáno asi 635 hl. vína, přibližně tedy 1/3 roční spotřeby vína u nás. Průměrný výnos bílých hroznů tvořil 5,3 tha^{-1} , u modrých hroznů tomu bylo o 0,6 % více. V posledních letech je charakteristické, že modrých hroznů se z jednotky plochy sklízí více. Cukernatost hroznů se stále navyšuje. U bílých hroznů byla opět cukernatost vyšší o 0,7 °NM oproti hroznům modrým. Průměrná cena moštových hroznů byla v tomto roce 16,60 Kč/kg. Průměrná cena u modrých hroznů byla 14,80 Kč/kg a u bílých hroznů 17,60 Kč/kg. Ve vinařské oblasti Morava byl výnos vyšší než v roce 2012, a to 5,5 tha^{-1} . Průměrná cukernatost činila 20,1 °NM a podíl modrých moštových hroznů byl 36 %. Ve vinařské oblasti Čechy byl průměrný výnos moštových hroznů 3,3 tha^{-1} , průměrná

cukernatost 18,5 °NM a podíl modrých moštových hroznů 42 % (Sklizeň moštových hroznů v ČR 2013).

Réva vinná, 2014

V tomto roce měla celková plocha plodných vinic 4.436 ha, na kterých probíhalo výběrové šetření svazu vinařů ČR. Výsledky byly v tomto roce následující: průměrný výnos moštových hroznů byl 4,3 tha^{-1} . Výnos u bílých hroznů činil 4,3 tha^{-1} , u modrých hroznů o 0,3 tha^{-1} více. Z hroznů, které byly sklizeny lze získat 500 tisíc hl. vína, přibližně 1/4 roční spotřeby u nás v ČR. Průměrná cukernatost se pohybovala okolo 18,6 °NM, tedy o 1,5 °NM méně, než bylo v roce 2013. V tomto roce bylo dosaženo nejnižší cukernatosti za posledních deset let. Průměrná cukernatost bílých odrůd byla vyšší o 0,6 °NM než u odrůd modrých, což je také pravidlo posledních let. Průměrná cena moštových hroznů byla 15,70 Kč/kg. Průměrná cena bílých hroznů činila 16,20 Kč/kg u modrých hroznů to bylo o něco méně (14,60 Kč/kg). V roce 2013 cena hroznů klesla poprvé, v tomto roce se cena snížila již podruhé. V českém vinařském regionu byl průměrný moštový výnos 2,8 tha^{-1} , průměrná cukernatost 19,5 °NM. V moravském vinařském regionu byl průměrný moštový výnos 4,3 tha^{-1} , průměrná cukernatost 18,6 °NM. Podíl modrých moštových hroznů byl v oblasti Čechy 35 % na Moravě o 2 % méně (Sklizeň moštových hroznů v ČR 2014).

Réva vinná, 2015

S celkovou plochou 4.191 plodných vinic probíhalo šetření sklizně hroznů svazem vinařů v České republice. Výsledky v roce 2015 byly následující: průměrná cukernatost moštových hroznů činila 21,3 °NM, tedy o 1,7 °NM více než v roce předcházejícím, ale stejná jako tomu bylo v roce 2012. Vyšší cukernatost byla také u bílých hroznů oproti hroznům modrým, a to o celých 0,8 °NM. Průměrný výnos tohoto roku byl 6,0 tha^{-1} . Průměrný výnos bílých hroznů byl 5,7 tha^{-1} a u modrých hroznů byl výnos vyšší 6,5 tha^{-1} , jako tomu bývá u modrých odrůd v posledních letech pravidlem. Průměrná cena moštových hroznů se pohybovala okolo 17 Kč/kg. V tomto roce jako tomu bylo v roce 2011 byly sklizeny hrozny v hodnotě 1,7 miliardy Kč. Průměrná cena modrých hroznů byla 16,10 Kč/kg u bílých hroznů o necelé 2 Kč/kg více. V regionu Čechy a Morava byl naměřený průměrný výnos moštových hroznů 3,9 tha^{-1} pro Čechy a 6 tha^{-1} pro Moravu. Průměrná cukernatost byla v českém regionu 20,4 °NM v moravském regionu 21,3 °NM. Podíl modrých moštových hroznů činil v regionu Čechy 40 % na Moravě tomu bylo o 5 % méně (Sklizeň moštových hroznů v ČR 2015).

Réva vinná, 2016

Svaz českých vinařů i tento rok provedl výběrové řízení ke sklizni hroznů pro celkovou plochu 6.025 ha plodných vinic. Průměrný výnos moštových hroznů v roce 2016 činil okolo 5 tha^{-1} s průměrnou cukernatostí 20,9 °NM. Ze sklizených hroznů v tomto roce bylo možné získat přibližně 565 tisíc hl. vína. Je jasné, že nové výsadby vinic před rokem 2014 se projeví s 15 % zvýšením roční produkce vína. Naši spotřebu vína dlouhodobě pokrýváme ani ne z 1/3. Průměrný výnos bílých hroznů činil 5,05 tha^{-1} , u modrých hroznů byl 4,9 tha^{-1} . Tento rok se

změnil stav tohoto parametru a vyšší výnos měly bílé hrozny, oproti předcházejícím rokům, kdy byl vyšší výnos zaznamenán u modrých hroznů. Vyšší cukernatost nadále zůstává u bílých hroznů s 0,8 °NM vyšší hodnotou. Průměrná cena moštových hroznů byla 18,50 Kč/kg, kdy průměrná cena modrých hroznů byla 17,20 Kč/kg a průměrná cena bílých hroznů byla 19,10 Kč/kg. Ve vinařském regionu Čechy byl průměrný výnos moštových hroznů 3,1 tha^{-1} , průměrná cukernatost 20, 5°NM a podíl modrých moštových hroznů byl 42 %. Ve vinařském regionu Morava byl průměrný výnos hroznů 5 tha^{-1} , průměrná cukernatost byla 20,9 °NM, tedy o pouhých 0,4 °NM vyšší než v českém regionu. Podíl modrých moštových hroznů byl v moravské oblasti s hodnotou 31 % (Sklizeň moštových hroznů v ČR 2016).

Réva vinná, 2017

V tomto roce se též provádělo výběrové šetření ke sklizni hroznů svazem vinařů České republiky s celkovou plochou 5.883 ha plodných vinic. Výsledky v tomto roce byly následující: průměrný výnos hroznů se pohyboval okolo 5,2 tha^{-1} . Z těchto sklizených hroznů bylo možné získat 605 tisíc hl. vína. Výnos byl vyšší u modrých hroznů 5,5 tha^{-1} . U bílých hroznů to byla výjimka pouze v roce 2016, tento rok je výnos opět nižší a to 5,1 tha^{-1} . Průměrná cukernatost byla shodná s rokem předchozím. Průměrná cukernatost bílých vín zůstává vyšší u bílých hroznů o 1 °NM. Průměrná cena moštových hroznů činila 19,50 Kč/kg. V tomto roce byly sklizeny hrozny v hodnotě 1,7 miliard Kč, jako tomu bylo v roce 2011 a 2015. Průměrná cena bílých hroznů byla 20,30 Kč/kg, modrých 18,10 Kč/kg. Modré i bílé hrozny dosáhly v tomto ohledu maxima za poslední léta. Ve vinařské oblasti Čechy byl průměrný výnos hroznů 4 tha^{-1} , průměrná cukernatost byla 19,6 °NM a podíl modrých hroznů byl až 46 %. Ve vinařské oblasti Morava byl průměrný výnos hroznů 5,2 tha^{-1} , průměrná cukernatost byla vyšší o 1 °NM než ve vinařské oblasti Čechy a podíl modrých moštových hroznů byl 32,7 % (Sklizeň moštových hroznů v ČR 2017).

Réva vinná, 2018

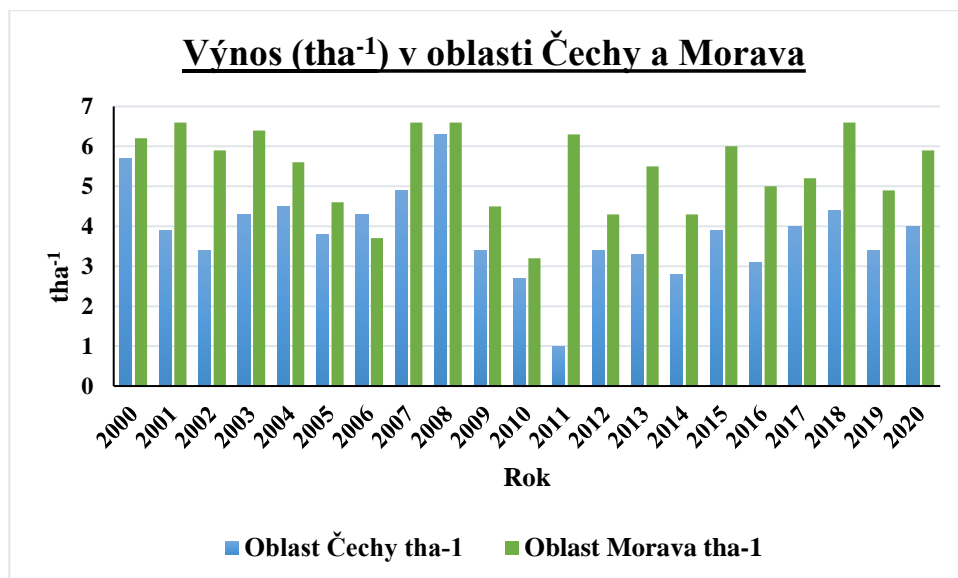
Svaz vinařů České republiky zajistil výběrové šetření ke sklizni hroznů s celkovou plochou 5.121 ha plodných vinic. Průměrný výnos moštových hroznů byl 6,6 tha^{-1} , tedy o 1,4 tha^{-1} vyšší, než byl výnos v předcházejícím roce. Z hroznů, které byly sklizeny v ČR lze získat 800 tisíc hl. vína. Průměrná cukernatost hroznů činila 21,9 °NM. Cukernatost se nadále zvyšuje, od minulého roku byla navýšena o 0,2 °NM. Průměrný výnos bílých a modrých hroznů byl stejný s hodnotou 6,6 tha^{-1} . Průměrná cukernatost byla také u obou druhů stejná a činila 21,9 °NM. Průměrná cena moštových hroznů byla 19,00 Kč/ha. V České republice byly sklizené hrozny s nejvyšší hodnotou za poslední roky, a to 2,1 miliardy Kč. Cena bílých hroznů byla 19,60 Kč/kg, u modrých hroznů byla cena 17,90 Kč/kg. V regionu Čechy byl v roce 2018 průměrný moštový výnos hroznů 4,4 tha^{-1} , průměrná cukernatost 21,7 °NM a podíl modrých moštových hroznů zatím nejvyšší za posledních 17 let 55 %. Ve vinařském regionu Morava byl průměrný výnos hroznů 6,6 tha^{-1} , průměrná cukernatost byla o 0,2 °NM vyšší než u Čech a podíl modrých moštových hroznů činil 30,5 % (Sklizeň moštových hroznů v ČR 2018).

Réva vinná, 2019

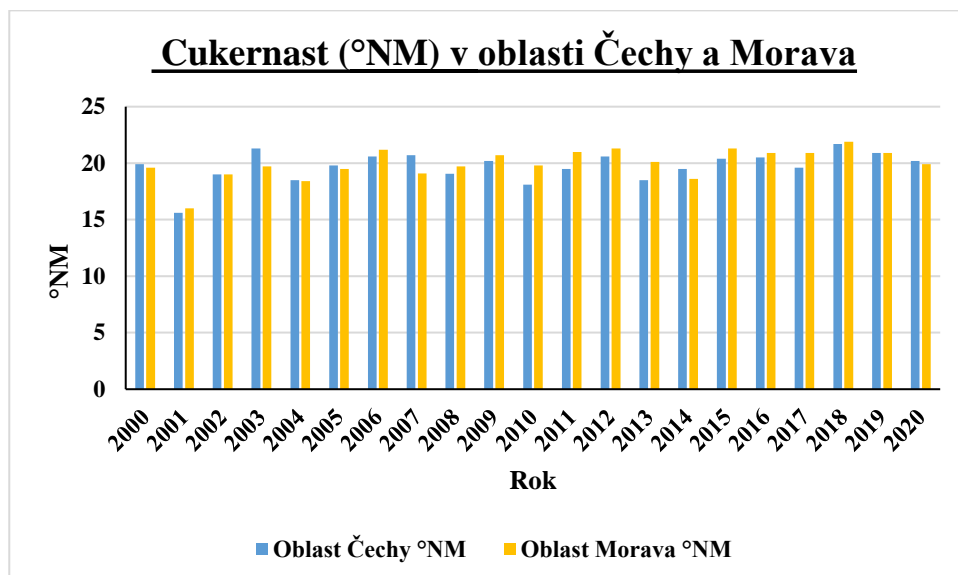
Svaz českých vinařů i v tomto roce provedl výběrové šetření sklizně hroznů s celkovou plochou plodných vinic 4.913 ha. Průměrný výnos moštových hroznů se pohyboval kolem 4,9 tha^{-1} , tedy o 1,9 tha^{-1} , méně, než tomu bylo v předcházejícím roce 2018. Průměrný výnos modrých hroznů byl 4,7 tha^{-1} , u bílých hroznů tomu bylo o 0,3 tha^{-1} více. Ze sklizených hroznů v ČR bylo možné získat přibližně 625 tisíc hl. vína, 30 % naší roční spotřeby v ČR. Hodnota sklizených hroznů byla 1,5 miliardy Kč. Průměrná cukernatost měla hodnotu 20,9 °NM, tedy o 1 °NM méně, než tomu bylo v předcházejícím roce. Průměrná cukernatost bílých hroznů se pohybovala okolo 21,2 °NM, u modrých hroznů byla nižší 20,3 °NM. Průměrná cena moštových hroznů byla 17,60 Kč/kg. U modrých hroznů byla cena 15,50 Kč/kg a u bílých hroznů 18,40 Kč/kg. Ve vinařské oblasti Čechy byl průměrný hektarový výnos 3,4 tha^{-1} , tedy o celý 1 tha^{-1} méně než v roce minulém. Průměrná cukernatost činila 20,9 °NM a podíl modrých moštových hroznů klesl až o 17 % oproti roku 2018. V moravském vinařském regionu byl průměrný výnos hroznů 4,9 tha^{-1} , průměrná cukernatost činila 20,9 °NM a podíl modrých moštových hroznů byl 27 %. Tento podíl patří k minimálním podílům za posledních 18 let. Naposledy v roce 2000 byl podíl modrých hroznů 25,3 % a v roce 2001 26,6 % (Sklizeň moštových hroznů v ČR 2019).

Réva vinná, 2020

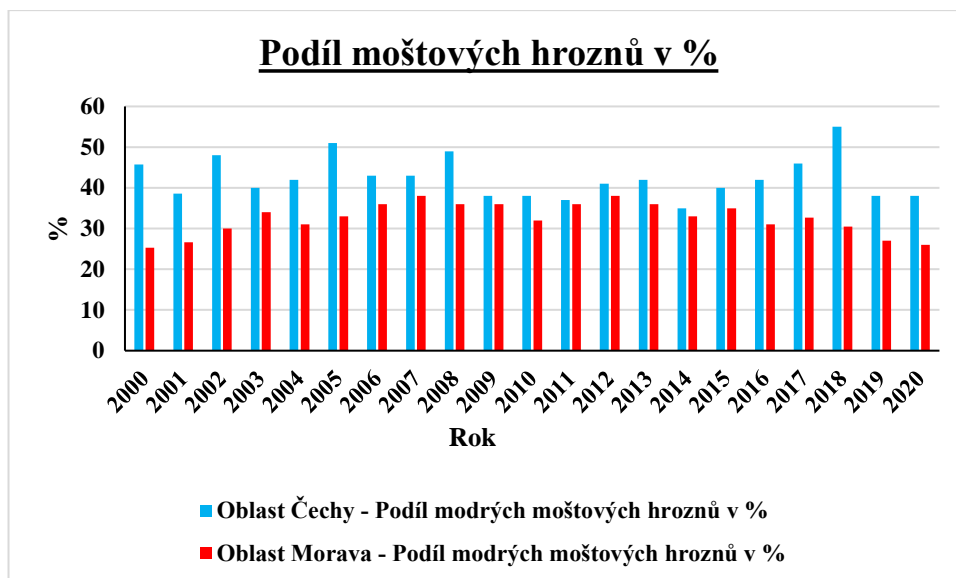
V roce 2020 provedl svaz vinařů České republiky opět šetření ke sklizni s celkovou plochou vinic 2.420 ha a byly v tomto roce zjištěny následující výsledky: průměrný výnos moštových hroznů činil okolo 5,9 tha^{-1} , tedy o 1 tha^{-1} více, než tomu bylo v roce předešlém. Průměrný výnos moštových hroznů u bílých hroznů byl 6,1 tha^{-1} , u modrých o 0,7 tha^{-1} méně. V ČR bylo možné ze sklizených hroznů získat přibližně 725 000 hl vína, což je téměř 35 % roční spotřeba vína u nás. Průměrná cukernatost byla 19,9 °NM. Průměrná cukernatost u hroznů modrých byla 19,3 °NM a u bílých 20,1 °NM. Průměrná cena moštových hroznů byla 17,20 Kč/kg a byly sklizeny hrozny v hodnotě 1,66 miliardy Kč, o 160 milionů více než v roce 2019. Průměrná cena modrých hroznů byla 15,10 Kč/kg, bílých hroznů 17,90 Kč/kg. Ve vinařské oblasti Čechy byl průměrný hektarový výnos 4 tha^{-1} . Na Moravě tomu bylo o 1,9 tha^{-1} více. Průměrná cukernatost ve vinařské oblasti Čechy byla 20,2 °NM. Podíl modrých moštových hroznů byl 38 %, stejně tomu bylo tak v roce 2019. V oblasti Morava byla průměrná cukernatost hroznů 19,9 °NM a podíl modrých moštových hroznů tvořil 26 %, takto nízký podíl modrých hroznů byl v roce 2000 a 2001 (Sklizeň moštových hroznů v ČR 2020).



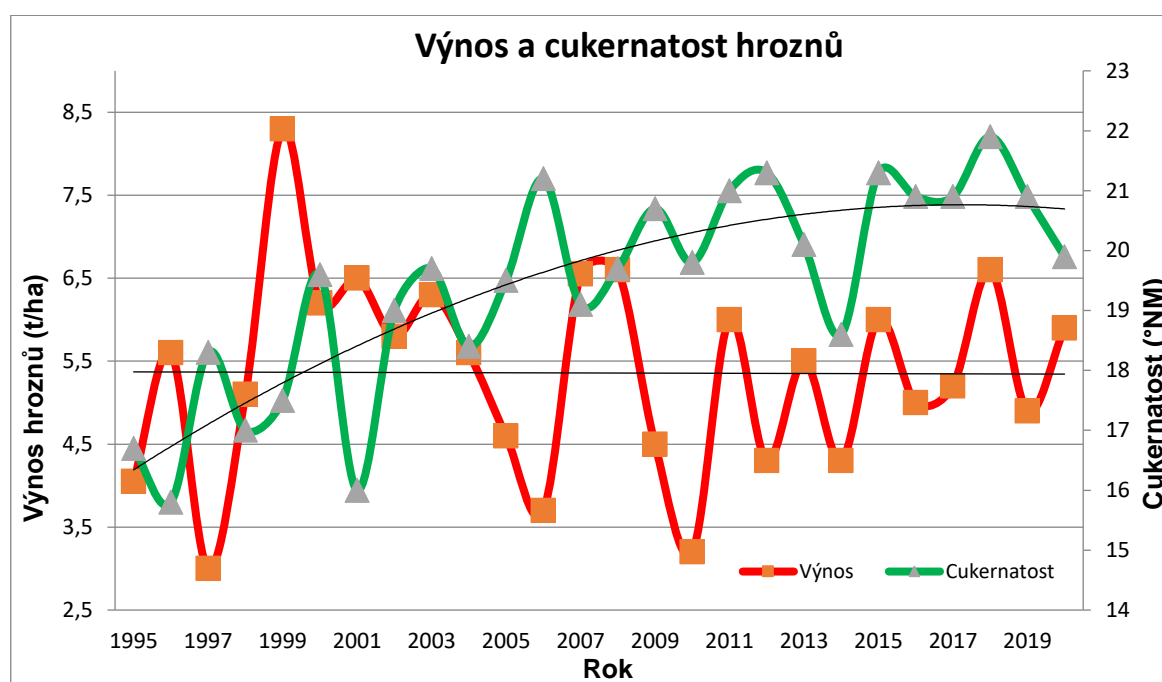
Graf č.1. Porovnání výnosu tha⁻¹ oblasti Čechy a Morava od roku 2000-2020



Graf č.2. Porovnání cukernosti °NM v oblasti Čechy a Morava od roku 2000-2020



Graf č.3. Porovnání podílu modrých moštových hroznů v % pro Čechy a Moravu



Graf č.4. Vývoj cukernatosti a výnosu hroznů v ČR od vzniku vinařského zákona do roku 2019 (Sedlo & Půček, Sklizeň moštových hroznů v ČR 2020).

7 Materiál a metody

Tato část diplomové práce se zabývá výnosem a cukernatostí révy vinné v České republice. Porovnává výnos a cukernatost v oblasti Čechy s výnosem a cukernatostí v oblasti Morava. Zpracovaná data jsou použita od roku 2000–2020. Základem pro zpracování dat jsou dokumenty Sklizeň moštových hroznů od roku 2000–2020, pro Svaz vinařů v ČR. V další části tato diplomová práce zpracovává, jak meteorologické podmínky ovlivňují výnos a cukernatost. Záznamy o počasí jsou získány z archivu Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ). Pro zpracování dat byl použit Microsoft Office Excel. Z databáze výnosových řad a řad cukernatosti jsou vypočítané průměrné roční výnosy a cukernatosti révy vinné pro oblast Čechy a Morava. Ze získaných dat jsou dále vypočítané trendy – polynomické, lineární, exponenciální a logaritmické. Ověření kvality odhadu tendence změny výnosu a cukernatosti podle koeficientu determinace (R^2) a dále výběr vhodného trendu pro predikci. Zjištěny byly také odchylky výnosu a cukernatosti od dlouhodobého trendu a roky s nejvyšším a nejnižším výnosem a cukernatostí pro oblast Čechy a Morava.

V neposlední řadě byla vypočtena predikce do roku 2050 pro výnos a cukernatost pro obě oblasti. Na závěr metody v práci vyhodnocují vliv jednotlivých rizikových meteorologických faktorů na výnos a cukernatost révy vinné v ČR v konvenčním pěstování. Dále práce zahrnuje statistické zhodnocení, který meteorologický jev nejvíce ovlivňuje výnos a kvalitu. Úkolem bylo také zkoumat současný stav, výzkumné zprávy a použít patentovou literaturu. Dále zohlednit ochranu révy vinné před poškozením jarním mrazem a suchem. Zjistit závislost výnosu a cukernatosti révy na kumulaci vláhového deficitu v průběhu vegetačního období. A vytvořit statistický model na základě, kterého je možné určit vliv jednotlivých rizikových meteorologických faktorů na výnos a cukernatost révy vinné.

7.1 Výnos a cukernatost

V programu Microsoft Office Excel byla do prázdného listu vložena data z dokumentů Sklizeň moštových hroznů, pro Svaz vinařů v ČR. Jedná se o data výnosu a cukernatosti révy vinné v oblasti Čechy a v oblasti Morava od roku 2000–2020. Pro každou oblast byl vytvořený list v excelu, jak pro výnos, tak cukernatost révy vinné. V dokumentu byli vytvořeny dva sloupce, první, který zobrazuje roky 2000–2020 a druhý zobrazuje výnos (t ha^{-1}) nebo cukernatost ($^{\circ}\text{NM}$). S označením dat se vytvořil spojnicový graf. Po zobrazení rovnice grafu se přidala v možnostech hodnota spolehlivosti R^2 . Podle hodnoty spolehlivosti R^2 byl vybrán trend s nejvyšší hodnotou. Po vytvoření všech trendů (polynomický, lineární, exponenciální, logaritmický) měl nejvyšší hodnotu vždy trend polynomický. Z tohoto trendu byl dále vytvořen příslušný graf pro všechny hodnoty (Pro oblast Čechy – výnos a cukernatost, tak pro oblast Morava – výnos a cukernatost).

Na základě vyhodnocených grafů s hodnotou R^2 byly vytvořeny tabulky, které obsahují všechny trendy pro daný kraj. Pro oblast Čechy (výnos a cukernatost), tak pro oblast Morava (výnos a cukernatost). Jejich zobrazení a zhodnocení uvádí kapitola 8.2. této diplomové práce.

7.2 Odchytky výnosu a cukernatosti

Tato část diplomové práce byla věnována odchylkám výnosu a cukernatosti. Data byla použita u obou oblastí Čechy a Morava pro výnos (tha^{-1}) a cukernatost ($^{\circ}NM$). V excelovém sešitu byla zvolena funkce „Analýza dat“. V zobrazené tabulce byla dále zvolena funkce „regrese“. Pro vstupní oblast Y byly vybrány data výnosu či cukernatosti dané oblasti, a do vstupní oblasti X byly vybrána data roky (2000–2020). Jako výstup byl zvolen nový list pro lepší orientaci ve výsledcích. V novém listu se vytvořily následující výsledky: data a tři grafy (graf s reziduí, graf porovnání hodnot, graf s rozdělením pravděpodobností). Hodnoty, které jsme potřebovaly získat se nazývají „rezidua“. Následně se z dat „rezidua“ a požadovaných dat výnosu a cukernatosti pro danou oblast vytvořil sloupcový graf s názvem „Odchytky tha^{-1} “, pro výnos a „Odchytky $^{\circ}NM$ “ pro cukernatost pro obě oblasti (Čechy a Morava).

Na základě vyhodnocených dat byla vytvořena příslušná tabulka, která zobrazuje čtyři sloupce. První sloupec zobrazuje roky 2000–2020, druhý sloupec zobrazuje časové řady pozorování výnosu/cukernatosti ($y_i^{(0)}$), třetí sloupec zobrazuje očekávaný výnos/cukernatost ($y_i^{(T)}$) a čtvrtý sloupec zobrazuje odchylky od trendu ($y_i^{(T)}$) révy vinné. Zobrazení a zhodnocení tabulek a grafů uvádí kapitola 8.3. této diplomové práce.

7.3 Predikce výnosu a cukernatosti

U obou oblastí Čech a Moravy pro výnos (tha^{-1}) a cukernatost ($^{\circ}NM$) bylo třeba vytvořit tzv. Predikci neboli Prognózu do roku 2050. V excelovém sešitu byl vytvořen nový list, který obsahoval data roky (2000–2020) a data výnosu či cukernatosti. Následně byla v excelovém sešitu zvolena funkce „List prognózy“. V tabulce, která se zobrazila, byl zvolen časový údaj začátek prognózy a konec prognózy. V novém listě byl vytvořen graf a tabulka s daty.

Pro diplomovou práci byla vytvořena přehledná tabulka, kde jsou zobrazena všechna data výnosu a cukernatosti pro obě oblasti (Čechy a Morava) najednou. Tabulka obsahuje pět sloupců. První sloupec zobrazuje časový údaj prognózy od roku 2020–2050, druhý sloupec zobrazuje prognózu výnosu pro oblast Čechy, třetí sloupec zobrazuje prognózu cukernatosti pro oblast Čechy, čtvrtý sloupec zobrazuje prognózu výnosu pro oblast Morava a pátý sloupec zobrazuje prognózu cukernatosti pro oblast Morava. Zobrazení a zhodnocení tabulky uvádí kapitola 8.4. této diplomové práce. V další části diplomové práce byly zhotoveny tabulky pro pozorovaný a odhadovaný výnos a cukernatost oblasti Čechy a Morava zprůměrovaný po 5- letech do roku 2050, které uvádí kapitola 8.5.

7.4 Korelační analýza

V této části diplomové práce korelační analýza demonstruje vztah mezi výnosem (tha^{-1}), cukernatostí ($^{\circ}NM$) a měsíční průměrnou teplotou vzduchu (t , $^{\circ}C$) a úhrnem srážek (P , mm) za vegetační období v oblasti Čechy a v oblasti Morava. V excelovém sešitu po označení vybraných dat se dělala „analýza dat“, kde byla zvolena funkce „korelace“. V zobrazené tabulce byla zvolena vstupní data. Ve vstupní oblasti byla vybrána všechna data kromě názvů měsíců. V novém listě se vytvořila tabulka s požadovanými daty. Menší tabulka tvoří názvy měsíců a příslušná data výnosu či cukernatosti. V hotové tabulce korelační analýzy výnosu a cukernatosti jsou v prvním sloupci názvy měsíců (leden–prosinec), druhý a třetí sloupec zobrazuje vztah

mezi výnosem a průměrnou teplotou a úhrnem srážek, třetí a čtvrtý sloupec vztah mezi cukernatostí a průměrnou teplotou a úhrnem srážek. Dohromady byly vyhotoveny dvě tabulky (oblast Čechy, oblast Morava). Klasifikace korelační analýzy byla následující: slabá (0,1-0,3), střední (0,4-0,6), silná (0,7-0,8), velmi silná (větší než 9). Zobrazení a zhodnocení tabulek uvádí kapitola 8.6. této diplomové práce.

8 Výsledky

8.1 Meteorologické faktory nejvíce ovlivňující kvalitu, výnos a cukernatost hroznů révy vinné v České republice

Srážkově podprůměrný nebo sucho nejvíce ovlivňující výnos, kvalitu a cukernatost hroznů révy vinné v České republice v letech: 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2007, 2008, 2011, 2014, 2015, 2018 a 2019.

Rok 2000 byl srážkově podprůměrný. Zima nezpůsobila žádné škody na keřích. Rašení révy vinné proběhlo dříve, a to začátkem dubna. V květnu vlivem teplých dní se urychlilo kvetení révy. Nedostatek vláhy měl v tomto roce negativní vliv na výsadbu keřů révy. (Situační a výhledová zpráva MZe, 2000). Rok 2001 byl srážkově podprůměrný (Situační a výhledová zpráva MZe, 2001). Snížení cukernatosti hroznů v roce 2002 přišlo v říjnu vlivem chladného a deštivého počasí (Situační a výhledová zpráva MZe, 2002). Rok 2003 byl teplotně normální a srážkově podprůměrný, občas docházelo až k vláhovému deficitu (Situační a výhledová zpráva MZe, 2003, 2004). Teplotně byl rok 2004 nadnormální a docházelo k vláhovému deficitu. V letních měsících přišlo krupobití, které poškodilo vinice. Koncem roku se vláhové podmínky zlepšily, což zajistilo lepší přezimování keřů révy (Situační a výhledová zpráva MZe, 2004). V roce 2007 v dubnu nastal na vinicích vláhový deficit. Letní měsíce byly teplé a sklizeň nastala už v září (Situační a výhledová zpráva MZe, 2008). Ochrana proti špačkům byla v tomto roce také potřeba. 35 podniků s vinicemi využilo ochranu proti špačkům (tzv. ochranná střelba) z 86 podniků. 64 podniků využilo jiné metody. Zbylé podniky ochranu neprovedly (Sklizeň moštových hroznů v ČR, 2007). Rok 2008 byl srážkově podnormální a teplotně nadnormální. V letních měsících bylo na vinicích sucho vlivem nízkým úhrnem srážek. V srpnu vinice trpěly suchem. V září se podmínky zlepšily a umožnily tak kvalitní dozrání hroznů. Vlivem slunného počasí se zvýšila cukernatost pozdějších hroznů. (Situační a výhledová zpráva MZe, 2009). Agresivita špačků byla snížena díky ochraně. Ze 79 podniků 23 podniků ochranu proti špačkům vůbec neprovádělo (Sklizeň moštových hroznů v ČR, 2008). Srážkově podnormální a teplotně nadnormální byl také rok 2011. Konec roku byl srážkově podprůměrný, což mělo vliv na hrozny révy vinné. V průběhu listopadu se snížil úhrn srážek a na více stanicích byl zaznamenán tento měsíc jako nejsušší (Situační a výhledová zpráva MZe, 2012). Začátek roku 2014 byl teplotně nadprůměrný. V březnu nastal vláhový deficit. Konec roku se srážkově zlepšil. V září byl nejvyšší úhrn srážek (Situační a výhledová zpráva MZe, 2015). V roce 2014 byly vinice poškozeny plísní šedou. Ztráty na výnosu se pohybovaly od 0-60 % v jednotlivých podnicích. Průměrně ale došlo k poškození z 25 %. Na jaře také došlo k napadení vinic osenicemi. V tomto případě byly vinice poškozeny v průměru z 10 % (Sklizeň moštových hroznů v ČR, 2014). V roce 2015 bylo počasí velmi proměnlivé. V březnu byla na většině území sněhová pokrývka,

kteřá byla doprovázena nárazovým větrem. V době kvetení byly teploty nadprůměrné, které umožnily rychlý odkvět. Výskyt vysokých teplot během letních měsíců, v druhé dekádě července vládly tropické dny, v srpnu došlo k poškození bobulí slunečním úžehem a spálou (Situační a výhledová zpráva MZe, 2016). Začátkem vegetačního období roku 2018 nastalo prudké oteplení a nadprůměrné teploty se vyskytovaly po celou dobu vegetace. Vlivem vysokých teplot se urychlil vstup do jednotlivých fenofází až o několik týdnů. V tomto roce byl nedostatek srážek (Situační a výhledová zpráva MZe, 2019). K poškození keřů v roce 2018 docházelo hlavně vlivem velkého sucha, to mělo za následek snížení výnosů o 10 až 30 %. 43 % vinic sucho nepostihlo, řada z nich již má závlahu (Sklizeň moštových hroznů v ČR, 2018). Rok 2019 byl klasifikován jako druhý nejteplejší rok po roce 2018 od roku 1961. Srážkové normální (Situační a výhledová zpráva MZe, 2020). V tomto roce bylo větší napadení vinic komplexem ESCA. Docházelo ke snížení výnosů. Některé vinice musely zapěstovat nové kmínky (Sklizeň moštových hroznů v ČR, 2019).

Mrazy nebo nízkých hodnot teploty vzduchu v zimním období a na jaře se objevili v letech: 2001, 2003, 2005, 2006, 2007, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2016, 2017, 2019 a 2020.

Roce 2001 nastaly nízké teploty, které zpomalily nástup do fenologické fáze rašení, a tím došlo k horšímu vývoji letorostů. Rašení proběhlo koncem dubna (Situační a výhledová zpráva MZe, 2001). Přezimování révy vinné v roce 2003 nebylo příznivé. V lednu se objevily velké mrazy, které trvaly déle než obvykle. Fenologická fáze v tomto roce začala později, začátkem dubna. Teplotně byl rok normální a srážkově podprůměrný (Situační a výhledová zpráva MZe, 2003, 2004). Začátek roku 2005 byl teplotně podnormální a na většině území přetrvávala sněhová pokrývka. V dubnu přišly vyšší teploty, které doprovázely fenologickou fází rašení. V květnu nízké teploty a přízemní mrazíky poškodily očka keřů. Letní dešťové přeháňky příznivě podpořily tvorbu hroznů a jejich cukernatost (Situační a výhledová zpráva MZe, 2006). V roce 2006 zimní mrazy na začátku roku způsobily vymrznutí oček. Nízké teploty trvaly až do začátku března. Kvůli dlouhé zimě rašení oček nastalo až v dubnu. K oteplení došlo v červnu. Vlivem příznivých letních dnů došlo k rychlému narůstání bobulí. V září a v říjnu byly teploty nadnormální, což způsobilo zvýšení cukernatosti v hroznech (Situační a výhledová zpráva MZe, 2007). V tomto roce bylo potřeba zvýšit ochranu proti špačkům. Z 89 podniků 7 % ochranu neprovedlo vůbec (Sklizeň moštových hroznů v ČR, 2006). V roce 2007 vlivem nižších teplot v době rašení došlo k poškození oček (Sklizeň moštových hroznů v ČR, 2008). Na začátku roku 2010 byly nevhodné podmínky pro keře révy vinné vlivem nízkých teplot, tím došlo ke zpomalení vegetace. V květnu bylo deštivé počasí, které trvalo až do půlky června. Koncem léta došlo k ochlazení, což mělo nepříznivý vliv na dozrávání hroznů (Situační a výhledová zpráva MZe, 2011). Poškození vinic chorobami bylo v tomto roce okolo 2-20 % (Sklizeň moštových hroznů v ČR, 2010). Na začátek roku 2011 byly nízké teploty, které způsobily škody na keřích. I v době rašení vznikaly ztráty vlivem nízkých teplot (Situační a výhledová zpráva MZe, 2012). Další zdroj uvádí, že keře révy vinné byly poškozeny vlivem jarních mrazů. Nejvíce docházelo k poškození vinic od 10 do 30 %. U některých vinic byly škody až 50 % (Sklizeň moštových hroznů v ČR, 2011). Rok 2012 byl teplotně nadprůměrný na začátku roku. V květnu došlo k přízemním mrazíkům, které způsobily značné škody. Léto

v tomto roce bylo teplotně nadprůměrné a srážkové průměrné (Situační a výhledová zpráva MZe, 2013). Začátek roku 2013 byl srážkově nadprůměrný. Březen přinesl velmi chladné počasí se sněhovou pokrývkou a silné mrazy se vyskytovaly na konci měsíce. V letních měsících byl silný úhrn srážek, krupobití způsobilo ztráty na keřích. Konec roku byl příznivější, což umožnilo pozdním odrůdám lepší podmínky pro dozrávání hroznů (Situační a výhledová zpráva MZe, 2014). V důsledku poškození vinic padlím révy došlo ke snížení výnosu hroznů. Ke ztrátám docházelo od 10 % do 33 % (Sklizeň moštových hroznů v ČR, 2013). V roce 2014, v polovině dubna, kdy se vinná réva nachází ve fenologické fázi rašení, došlo k ochlazení a objevily se přízemní mrazíky, bouřky i studený vítr, což způsobilo poškození keřů (Sklizeň moštových hroznů v ČR, 2014). Na začátku ledna roku 2016 bylo velmi mrazivé počasí, noční teploty sahaly až do $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. V dubnu se teplota pohybovala od $-4,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, kdy došlo k poškození rašících listů rostliny. Nadprůměrné teplé dny v letním období byly velmi přínosné pro vyzrání hroznů (Situační a výhledová zpráva MZe, 2017). Na začátku roku 2017 došlo k poškození vinic vlivem mrazu. V období rašení byly příznivé teploty, a tak došlo k urychlení samotné fenofáze. V březnu a dubnu došlo k poškození letorostů na mnoho lokalitách vlivem bouřek. V důsledku jarních mrazíků, které přišly v květnu, byla snížena tvorba hroznů. V září došlo ke zlepšení vláhových podmínek. (Situační a výhledová zpráva MZe, 2018). K poškození docházelo vlivem jarních mrazů, došlo ke snížení výnosu nad 10 % do 30 % u většiny vinic (Sklizeň moštových hroznů v ČR, 2017). V roce 2019 se na začátku vegetace vyskytovaly jarní mrazy (Sklizeň moštových hroznů v ČR, 2020). Rok 2020 přinesl silný výskyt jarních mrazů ve třech období – v březnu, dubnu a v druhé dekádě května. Teplotně byl tento rok silně nadprůměrný a srážkově nadnormální rok (Situační a výhledová zpráva MZe, 2021). Vinice byly v tomto roce napadeny plísní šedou. K většímu napadení vinic došlo přibližně u 15 % ploch vinic. 52 % vinic mělo poškození od 5-10 % (Sklizeň moštových hroznů v ČR, 2020).

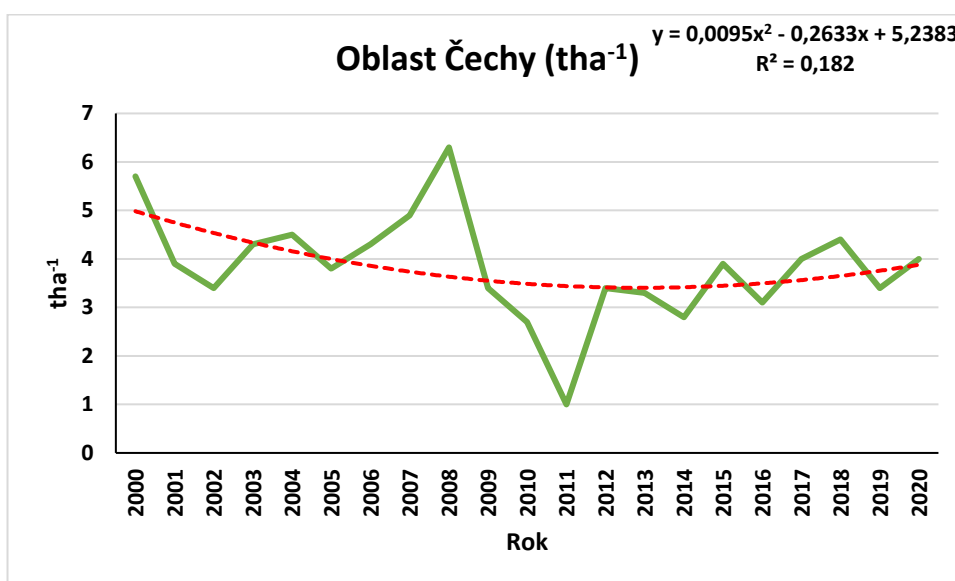
8.2 Tendence průměrných ročních výnosů a průměrné roční cukernatosti révy vinné (*Vitis vinifera* L.) v oblasti Čechy a Morava

8.2.1 Průměrný roční výnos – Oblast Čechy

Trendy v tabulce jsou vypočítány z výnosů révy vinné v oblasti Čechy za dané období 2000–2020. U výnosu révy lze vidět, že výkyvy nejsou tak jasné. Nejvyšší koeficient determinace (R^2) má polynomický trend. U polynomického trendu je jasné, že došlo k poklesu výnosu révy o $0,27\text{ t ha}^{-1}$. Exponenciální trend udává, že se výnosy za rok zvyšují o $4,24\text{ t ha}^{-1}$. Polynomická spojnice trendu (viz. graf č. 5) je spojnice zakřivená a používá se u dat, které kolísají. Je užitečná právě pro analýzu nárůstu či ztrát u větších množství dat.

Tabulka č.2. Rovnice trendu pro výnos (tha^{-1}) révy vinné v konvenčním zemědělství oblast Čechy (KZ)

Trendy		Réva vinná
	Rovnice y	R ²
Lineární	$y = -0,0552x + 4,4405$	0,098
Polynomický	$y = 0,0095x^2 - 0,26633x + 5,2383$	0,182
Exponenciální	$y = 4,2432e^{-0,014x}$	0,1047
Logaritmický	$y = -0,511\ln(x) + 4,9374$	0,1458



Graf č.5. Vývoj polynomického typu trendu výnosu révy vinné v konvenčním zemědělství během období 2000–2020.

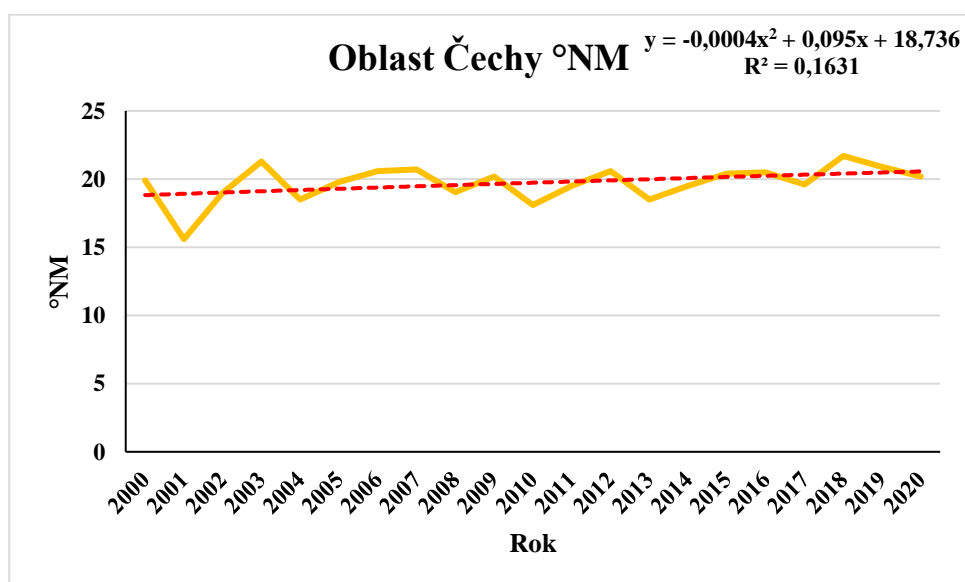
Jak je již zmíněno výše, jako nejvhodnější pro naše potřeby byl zvolen polynomický trend v tabulce č. 3. V tomto grafu je vidět, jak se pohybuje výnos (tha^{-1}) v oblasti Čechy během roků 2000–2020. V roce 2000 byl průměrný výnos $5,7 \text{ tha}^{-1}$, později docházelo k menšímu poklesu sklizně až do roku 2004. V roce 2005 nastal nárůst. V roce 2008 byl nejvyšší výnos $6,3 \text{ tha}^{-1}$. V tomto roce byly velmi příznivé podmínky pro sklizeň. Mírná zima nepoškodila vinice mrazem a bylo velmi teplé letní období, které umožnilo dobré zrání hroznů. Od roku 2009 nastal obrovský pokles, který se zastavil až v roce 2011 s nejnižším výnosem 1 tha^{-1} . Nízké teploty na začátku roku způsobily velké škody na keřích, což mělo vliv na samotnou sklizeň. Rok 2011 byl teplotně nadnormální, srážkově podnormální. V následujících letech se výnos udržuje v rozmezí od nejnižší hodnoty $2,8 \text{ tha}^{-1}$ (2014) do nejvyšší hodnoty $4,4 \text{ tha}^{-1}$ (2018).

8.2.2 Průměrná roční cukernatost – Oblast Čechy

Trendy v tabulce znázorňují vypočítanou cukernatost révy vinné v oblasti Čechy za dané období 2000–2020. Koeficient determinace (R^2) je po zaokrouhlení 16 %, který je stejný u všech trendů. Vybrán byl polynomický trend, kde koeficient determinace (R^2) je 0,1631. Polynomický trend udává, že došlo ke snížení cukernatosti o 0,09 °NM a následnému zvýšení na 18,74 °NM. Z toho vyplývá, že cukernatost je variabilní. Pro graf č. 6 byl zvolen polynomický trend s hodnotou R^2 0,1631, stejný jako u výnosu (tha^{-1}) v této oblasti.

Tabulka č.3. Rovnice trendu pro cukernatost (°NM) révy vinné v konvenčním zemědělství oblast Čechy (KZ)

Trendy		Réva vinná
	Rovnice y	R^2
Lineární	$y = 0,0868x + 18,767$	0,163
Polynomický	$y = -0,0004x^2 + 0,095x + 18,736$	0,1631
Exponenciální	$y = 18,691e^{0,00047x}$	0,1629
Logaritmický	$y = 0,6453\ln(x) + 18,327$	0,1566



Graf č.6. Vývoj polynomického typu trendu cukernatost (°NM) révy vinné v konvenčním zemědělství během období 2000–2020.

V tomto grafu je znázorněn vývoj polynomického trendu révy vinné od roku 2000–2020. Průměrná cukernatost od roku je 19,7 °NM. Dále jsou uváděny roky s nejnižší cukernatostí: 2001, 2002, 2004, 2008, 2010, 2011, 2013, 2014, 2017. V roce 2001 byla průměrná cukernatost nejnižší s hodnotou 15,6 °NM. Tento rok byl teplotně podprůměrný. Teplota v období rašení se

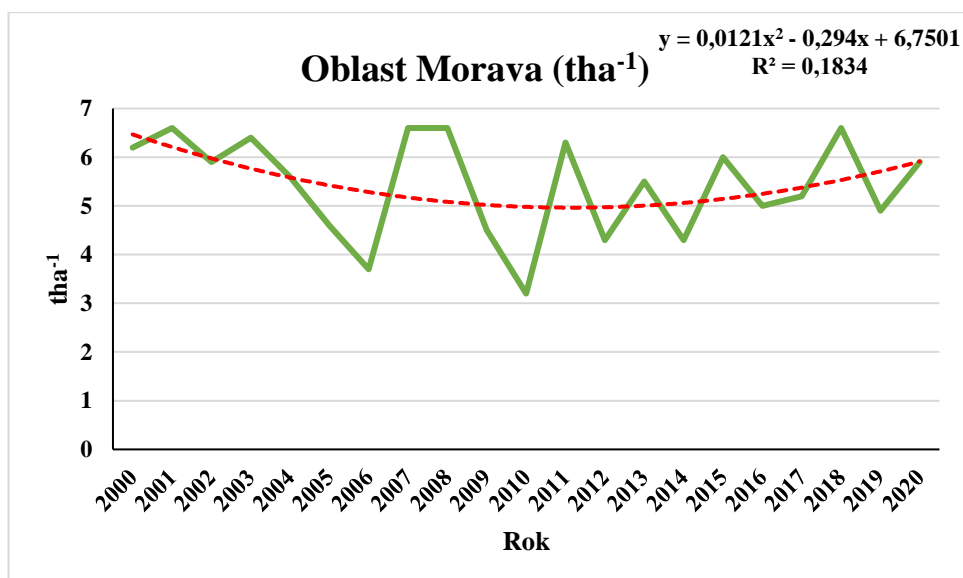
pohybovala v březnu okolo 4,1 °C a v dubnu 7,5 °C. V měsíci červnu, kdy dochází k růstu bobulí byly teploty také nižší než v jiných letech a to 14,1 °C. Naopak rok 2018 s nejvyšší průměrnou cukernatostí 21,7 °NM byl v těchto měsících zásadně teplejší. V době rašení byly teploty okolo 13,3 °C a v době růstu bobulí až 18,2 °C. V roce 2008, kdy byl nejvyšší výnos (6,5 tha⁻¹) byla cukernatost 19,05, tedy nižší, než průměr. Naproti tomu v roce 2018 byla cukernatost nejvyšší (21,7 °NM) s průměrným výnosem 4,4 tha⁻¹.

8.2.3 Průměrný roční výnos – Oblast Morava

V tabulce jsou znázorněny typy trendů pro výnos (tha⁻¹) v oblasti Morava od roku 2000–2020. Nejvyšší koeficient determinace (R²) má polynomický trend. U polynomického trendu je jasné, že došlo k poklesu výnosu révy o 0,29 tha⁻¹, vyšší jak v oblasti Čechy.

Tabulka č.4. Rovnice trendu pro výnos (tha⁻¹) révy vinné v konvenčním zemědělství oblast Morava (KZ)

Trendy		Réva vinná	
		Rovnice y	R ²
Lineární		$y = -0,0278x + 5,7295$	0,0281
Polynomický		$y = 0,0121x^2 - 0,294x + 6,7501$	0,1834
Exponenciální		$y = 5,5979e^{-0,005x}$	0,0298
Logaritmický		$y = -0,354\ln(x) + 6,1897$	0,0794



Graf č.7. Vývoj polynomického typu trendu výnosu révy vinné v konvenčním zemědělství během období 2000–2020.

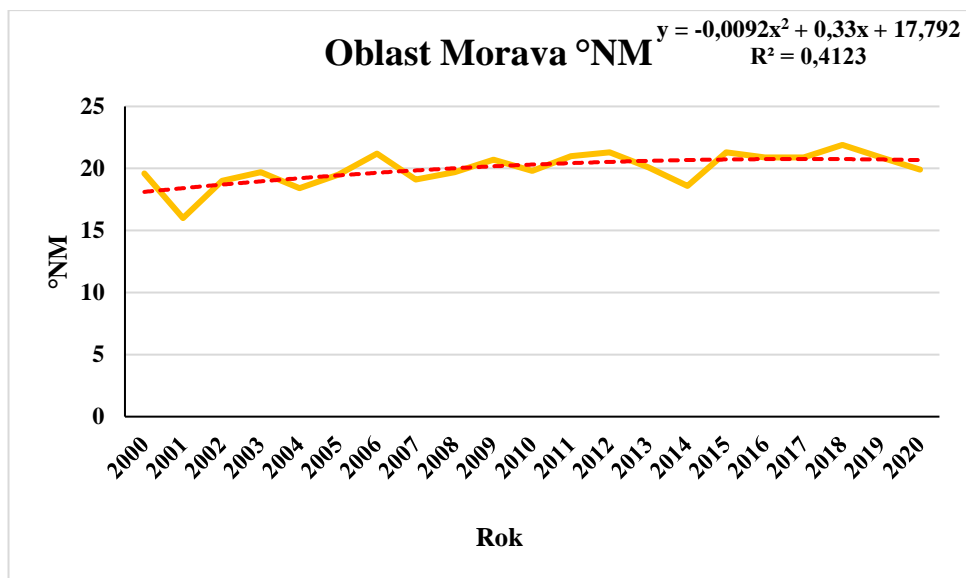
V tomto grafu je vidět polynomická křivka u dat, která kolísají. Klesající tendence od začátku do poloviny grafu (2010). V jeho druhé polovině křivka naopak stoupá. Průměrný výnos od roku 2000–2020 je $5,4 \text{ tha}^{-1}$, o $1,6 \text{ tha}^{-1}$ vyšší než v oblasti Čechy. Roky s nejnižším výnosem jsou 2006 ($3,7 \text{ tha}^{-1}$) a 2010 ($3,2 \text{ tha}^{-1}$). Naopak roky s nejvyšším výnosem jsou 2001, 2007, 2008 a 2018. K velkému poklesu došlo v roce 2006 ($3,7 \text{ tha}^{-1}$), následkem byla velmi kritická zima. Vlivem nízkých teplot na začátku roku ($-25 \text{ }^\circ\text{C}$) došlo k poškození keřů révy na mnoha lokalitách. Keře měly pomalejší nástup do fenologických fází a rašení začalo až v dubnu. Oproti tomu rok 2007, kde byl nárůst výnosu ($6,6 \text{ tha}^{-1}$) byl teplotně nadprůměrný. Ale i v tomto roce docházelo ke kolísání teplot, a to mělo za následek naopak rychlejší nástup do jednotlivých fenofází keřů révy vinné. Stejný významný rozdíl je mezi roky 2010 a 2011. V roce 2010 začátkem roku klesly teploty až na $-25 \text{ }^\circ\text{C}$, nízké teploty trvaly až do začátku března a výnos byl $3,2 \text{ tha}^{-1}$. Začátek roku byl tedy nepříznivý pro révu vinnou, to vše zpomalilo její vegetaci. Koncem léta přišlo ochlazení, které mělo za následek špatné dozrávání hroznů. Rok 2011 s výnosem $6,3 \text{ tha}^{-1}$ byl teplotně nadnormální a srážkově podnormální.

8.2.4 Průměrná roční cukernatost – Oblast Morava

Trendy v tabulce znázorňují vypočítanou cukernatost révy vinné v oblasti Morava za dané období 2000–2020. Nejvyšší koeficient determinace (R^2) má polynomický trend s hodnotou 0,4123. U polynomického trendu je jasné, že došlo ke snížení cukernatosti o $0,33 \text{ }^\circ\text{NM}$ a následnému zvýšení $17,73 \text{ }^\circ\text{NM}$. Z toho vyplývá, že cukernatost je variabilní. Na následující graf č. 7 lze vidět polynomickou spojnicí s nejvyšší hodnotou R^2 0,4123.

Tabulka č.5. Rovnice trendu pro cukernatost ($^\circ\text{NM}$) révy vinné v konvenčním zemědělství oblast Morava (KZ)

Trendy	Réva vinná	
	Rovnice y	R^2
Lineární	$y = 0,1283 + 18,565x$	0,3584
Polynomický	$y = -0,0092x^2 + 0,33x + 17,792$	0,4123
Exponenciální	$y = 18,528e^{0,0066x}$	0,3539
Logaritmický	$y = 0,9943\ln(x) + 17,828$	0,3742



Graf č.8. Vývoj polynomického typu trendu cukernatost (°NM) révy vinné v konvenčním zemědělství během období 2000–2020.

Graf znázorňuje vývoj polynomického trendu révy vinné od roku 2000–2020. Průměrná cukernatost od roku 2000–2020 je 19,98 °NM. V roce 2001 stejně jako v oblasti Čechy byla průměrná cukernatost nejnižší 16 °NM, přesto o 1,6 °NM více. Rok 2001 byl na území Moravy teplotně nižší. Teploty v období rašení se pohybovaly v březnu okolo 3,7 °C a v dubnu 6,1 °C. V červnu v období růstu bobulí byla teplota 13,5 °C. Naopak v roce 2018 byl rok s nejvyšší průměrnou cukernatostí 21,9 °NM, tedy o 0,2 vyšší než v oblasti Čechy. V době rašení byly teploty okolo 12,1 °C. A v době růstu bobulí 16,8 °C. Roky 2001 a 2018 byly na Moravě roky s nejvyšším průměrným výnosem (6,6 tha^{-1}). Rok 2001 měl cukernatost pouze 16 °NM, zatímco rok 2018 měl průměrnou cukernatost 21,9 °NM.

8.3 Odchylky výnosu a cukernatosti od dlouhodobého trendu a roky s nejvyšším a nejnižším výnosem a cukernatostí révy vinné (*Vitis vinifera* L.) v oblasti Čechy a Morava

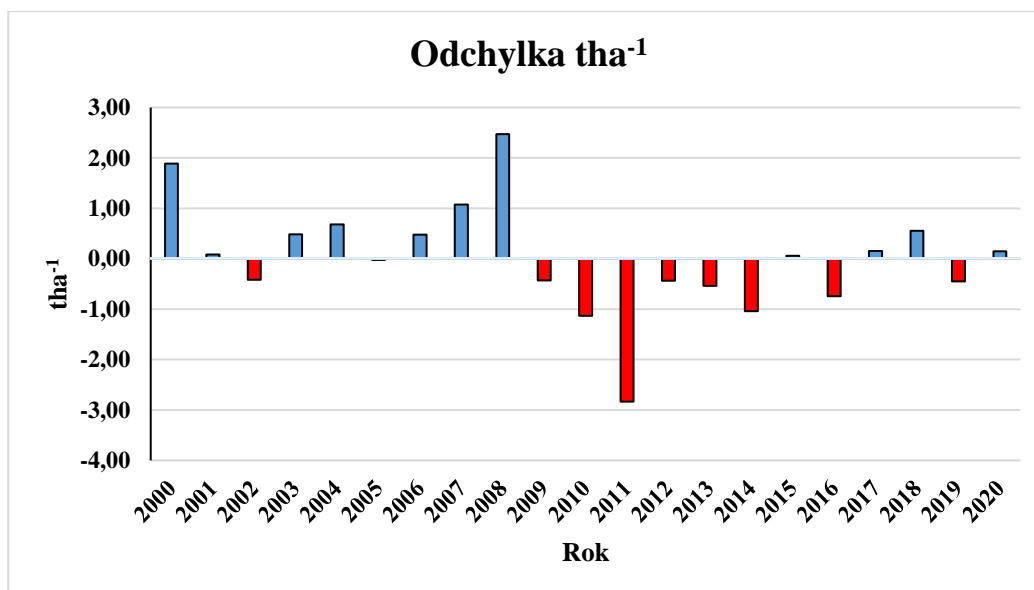
8.3.1 Odchylky od výnosu - Oblast Čechy

V tabulce jsou znázorněna data od roku 2000–2020. První sloupec jsou data získaná z dokumentů Sklizeň moštových hroznů. Druhý sloupec jsou data s očekávaným výnosem. Třetí sloupec tvoří výnosy s odchylkou od polynomického trendu výnosu. Roky s nejvyšší ztrátou a nejnižší ztrátou na výnosu jsou zobrazeny v grafu č. 9.

Tabulka č.6. Časové řady pozorování výnosu (y_i^0), očekávaný výnos ($y_i^{(\tau)}$) a odchylky od trendu $y_i^{(T)}$ révy vinné.

Rok	y_i^0, tha^{-1}	$y_i^{(\tau)}, \text{tha}^{-1}$	$y_i^{(T)}, \text{tha}^{-1}$
2000	5,7	3,81	1,89
2001	3,9	3,82	0,08

2002	3,4	3,82	-0,42
2003	4,3	3,82	0,48
2004	4,5	3,82	0,68
2005	3,8	3,82	-0,02
2006	4,3	3,82	0,48
2007	4,9	3,83	1,07
2008	6,3	3,83	2,47
2009	3,4	3,83	-0,43
2010	2,7	3,83	-1,13
2011	1	3,83	-2,83
2012	3,4	3,84	-0,44
2013	3,3	3,84	-0,54
2014	2,8	3,84	-1,04
2015	3,9	3,84	0,06
2016	3,1	3,84	-0,74
2017	4	3,85	0,15
2018	4,4	3,85	0,55
2019	3,4	3,85	-0,45
2020	4	3,85	0,15



Graf č.9. Vývoj odchylky výnosu (tha⁻¹) révy vinné od trendu od roku 2000 do roku 2020.

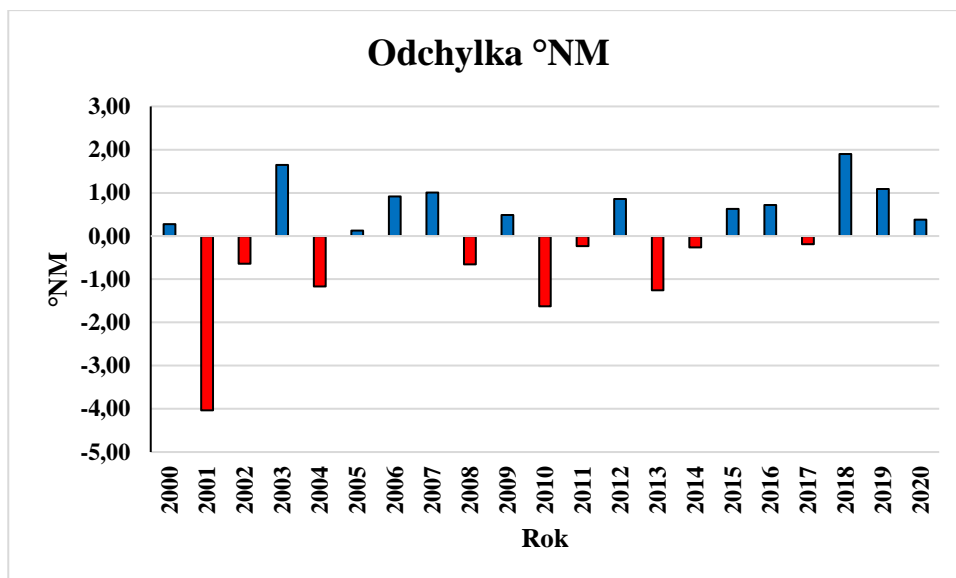
Průměrný výnos za sledované období v oblasti Čechy byl 3,8 tha⁻¹. Roky se ztrátovou odchylkou od průměrného výnosu jsou: 2010, 2011, 2014 a 2016. Rok 2011 byl s významnou ztrátovou odchylkou -2,83. Naopak roky s vyšší odchylkou, než je průměrný výnos, se projeví v letech 2000, 2007 a 2008. Významná kladná odchylka byla v roce 2008 (2,47). Nejnižší výnos byl v roce 2011 (1 tha⁻¹) a nejvyšší výnos v roce 2008 (6,3 tha⁻¹).

8.3.2 Odchylka od cukernatosti - Oblast Čechy

V tabulce lze vidět ve třetím sloupci odchylky od trendu révy vinné. Rok 2001 byl rok s největší ztrátou, kdy cukernatost tvořila 15,6 °NM s odchylkou od průměrné cukernatosti (19,7 °NM) -4,03. Další roky s nejvyšší ztrátou a nejnižší ztrátou cukernatosti jsou zobrazeny v grafu č. 10.

Tabulka č.7. Časové řady pozorování cukernatosti (y_i^0), očekávaná cukernatost ($y_i^{(\tau)}$) a odchylky od trendu $y_i^{(T)}$ révy vinné.

Rok	y_i^0 , °NM	$y_i^{(\tau)}$, °NM	$y_i^{(T)}$, °NM
2000	19,9	19,62	0,28
2001	15,6	19,63	-4,03
2002	19	19,64	-0,64
2003	21,3	19,65	1,65
2004	18,5	19,66	-1,16
2005	19,8	19,67	0,13
2006	20,6	19,68	0,92
2007	20,7	19,69	1,01
2008	19,05	19,70	-0,65
2009	20,2	19,71	0,49
2010	18,1	19,72	-1,62
2011	19,5	19,73	-0,23
2012	20,6	19,74	0,86
2013	18,5	19,75	-1,25
2014	19,5	19,76	-0,26
2015	20,4	19,77	0,63
2016	20,5	19,78	0,72
2017	19,6	19,79	-0,19
2018	21,7	19,80	1,90
2019	20,9	19,81	1,09
2020	20,2	19,82	0,38



Graf č.10. Vývoj odchylky cukernatosti (°NM) révy vinné od trendu od roku 2000 do roku 2020.

Průměrná cukernatost za sledované období v oblasti Čechy byla 19,7 °NM. Odchylky od průměrného výnosu byly nejvíce znát v letech 2001, 2004, 2010 a 2013, kdy šly do záporných čísel. Naopak roky 2003, 2007, 2018, 2019 byly v kladných číslech. Nejnižší cukernatost byla v roce 2001 (15,6 °NM) s odchylkou -4,03 a nejvyšší cukernatost v roce 2018 s odchylkou od trendu 1,90 s průměrnou cukernatostí 21,7 °NM.

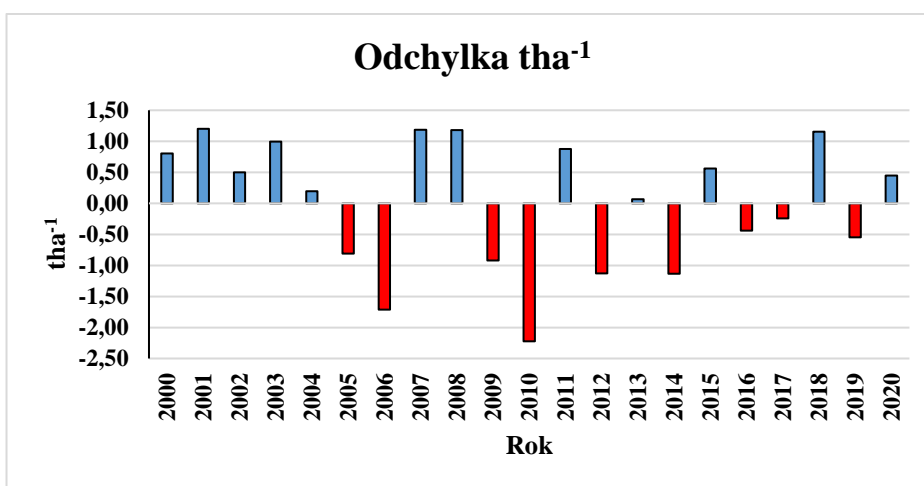
8.3.3 Odchylka od výnosu - Oblast Morava

Tabulka zobrazuje tři sloupce výnosu révy vinné v oblasti Morava za období 2000 – 2020. Roky s nejvyšší ztrátou a nejnižší ztrátou na výnosu jsou zobrazeny v grafu č. 11.

Tabulka č.8. Časové řady pozorování výnosu (y_i^0), očekávaný výnos ($y_i^{(t)}$) a odchylky od trendu $y_i^{(T)}$ révy vinné.

Rok	y_i^0, tha^{-1}	$y_i^{(t)}, \text{tha}^{-1}$	$y_i^{(T)}, \text{tha}^{-1}$
2000	6,2	5,40	0,80
2001	6,6	5,40	1,20
2002	5,9	5,40	0,50
2003	6,4	5,40	1,00
2004	5,6	5,41	0,19
2005	4,6	5,41	-0,81
2006	3,7	5,41	-1,71
2007	6,6	5,42	1,18
2008	6,6	5,42	1,18
2009	4,5	5,42	-0,92
2010	3,2	5,42	-2,22

2011	6,3	5,43	0,87
2012	4,3	5,43	-1,13
2013	5,5	5,43	0,07
2014	4,3	5,43	-1,13
2015	6	5,44	0,56
2016	5	5,44	-0,44
2017	5,2	5,44	-0,24
2018	6,6	5,44	1,16
2019	4,9	5,45	-0,55
2020	5,9	5,45	0,45



Graf č.11. Vývoj odchylky výnosu (tha⁻¹) révy vinné od trendu od roku 2000 do roku 2020.

Průměrný výnos za sledované období v oblasti Morava byl 5,4 tha⁻¹. Největší ztráty od průměrného výnosu nastaly v letech 2005, 2006, 2009, 2010, 2012 a 2014. Naopak v letech 2001, 2007, 2008 a 2018 byla odchylka od průměrného výnosu nejvyšší. Nejnižší výnos byl v roce 2010 (3,2 tha⁻¹) s odchylkou -2,22 a nejvyšší výnos v roce 2007 a 2008 (6,6 tha⁻¹) s odchylkou 1,18 od průměru.

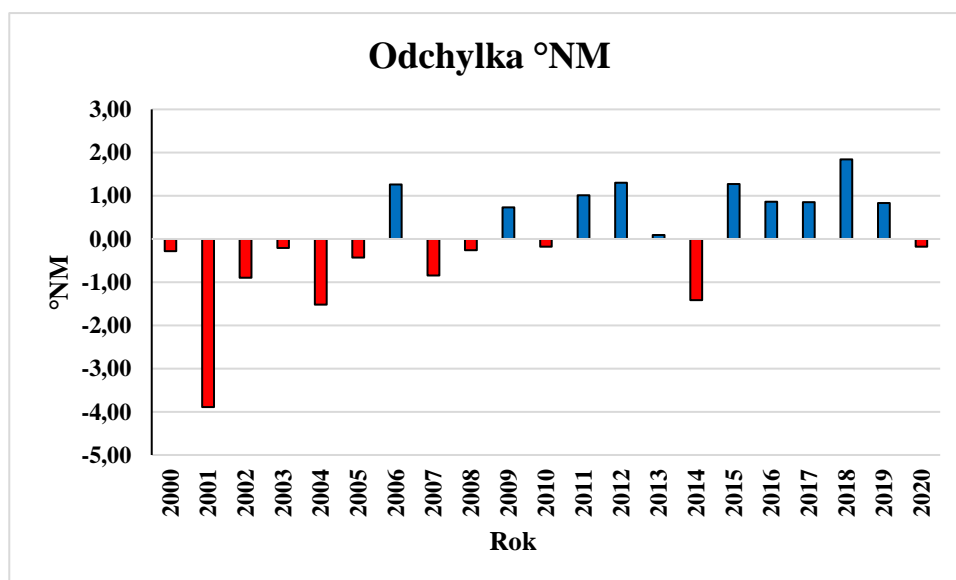
8.3.4 Odchylka od cukernatosti - Oblast Morava

Tabulka zobrazuje tři sloupce cukernatosti révy vinné v oblasti Morava za období 2000–2020. Roky s nejvyšší ztrátou a nejnižší ztrátou na výnosu jsou zobrazeny v grafu č. 12.

Tabulka č.9. Časové řady pozorování cukernatosti ($y_i^{(0)}$), očekávaná cukernatost ($y_i^{(\tau)}$) a odchylky od trendu $y_i^{(T)}$ révy vinné.

Rok	$y_i^{(0)}$, °NM	$y_i^{(\tau)}$, °NM	$y_i^{(T)}$, t°NM
2000	19,6	19,88	-0,28
2001	16	19,89	-3,89
2002	19	19,90	-0,90
2003	19,7	19,91	-0,21

2004	18,4	19,92	-1,52
2005	19,5	19,93	-0,43
2006	21,2	19,94	1,26
2007	19,1	19,95	-0,85
2008	19,7	19,96	-0,26
2009	20,7	19,97	0,73
2010	19,8	19,98	-0,18
2011	21	19,99	1,01
2012	21,3	20,00	1,30
2013	20,1	20,01	0,09
2014	18,6	20,02	-1,42
2015	21,3	20,03	1,27
2016	20,9	20,04	0,86
2017	20,9	20,05	0,85
2018	21,9	20,06	1,84
2019	20,9	20,07	0,83
2020	19,9	20,08	-0,18



Graf č.12. Vývoj odchylky cukernatosti (°NM) révy vinné od trendu od roku 2000 do roku 2020.

Průměrná cukernatost za sledované období v oblasti Morava byla 19,98 °NM. Nejnižší cukernatost byla v letech 2001, 2004, 2007 a 2014. Naopak vysoká cukernatost byla v letech 2006, 2012, 2018. Rok s nejnižší cukernatostí byl rok 2001, kdy cukernatost tvořila 16 °NM s odchylkou od průměrné cukernatosti -3,89, naopak rok s nejvyšší cukernatostí byl rok 2018 s cukernatostí 21,9 °NM s odchylkou 1,84.

8.4 Predikce výnosu a cukernatosti révy vinné do roku 2050 v oblasti Čechy a Morava

Prognóza jinými slovy predikce je předpověď neboli odhad dalšího vývoje, na rozdíl od prosté předpovědi se prognóza opírá o vědecké poznatky a data. První sloupec zobrazuje časový údaj prognózy od roku 2022 do roku 2050. Lze říci, že progóza pro výnos v obou oblastí bude každým rokem klesat. V roce 2022 bude výnos podle prognózy 3,26 tha^{-1} , zatímco v roce 2050 se výnos snížil až na 1,47 tha^{-1} v oblasti Čech. Každým rokem klesá výnosnost až o celých 0,6 tha^{-1} . Ve třetím sloupci jsou data prognózy pro cukernatost v oblasti Čechy. Nejnížší cukernatost nastane v roce 2022 s hodnotou 19,87 °NM. Nejvyšší cukernatost se očekává v roce 2048 s cukernatostí 24,79 °NM. Lze říci, že hodnoty cukernatosti se v následujících třiceti let budou zvyšovat. Ve čtvrtém sloupci už jsou zobrazeny data výnosu oblasti Morava. Stejně jako v oblasti Čechy i v oblasti Morava je vidět značný pokles každým rokem. V roce 2022 je výnos nejvyšší (5,16 tha^{-1}), zatímco v roce 2050 je podle prognózy přepokládaný výnos pouze 4,28 tha^{-1} , tedy výnos s nejnižší hodnotou. Podle dat v tabulce bude každým rokem výnos klesat až o 0,3 – 0,4 tha^{-1} v této oblasti. Poslední sloupec obsahuje data cukernatosti v oblasti Morava. Nejnížší hodnota bude v roce 2022 (20,81 °NM), nejvyšší cukernatost se očekává v roce 2045 (25,94 °NM). Lze podle dat říci, že cukernatost v oblasti Morava bude průběžně v jednotlivých letech stoupat. Podle progózy bude mít globální oteplování pozitivní vliv na zvyšování cukernatosti v hroznech révy vinné a kvalitu hroznů, zatímco průměrná výnosnost bude každým rokem nižší.

Tabulka č.10. Predikce výnosu a cukernatosti pro oblast Čechy a Morava do roku 2050

Rok	Prognóza výnosu pro oblast Čechy	Prognóza cukernatosti pro oblast Čechy	Prognóza výnosu pro oblast Morava	Prognóza cukernatosti pro oblast Morava
2022	3,26	19,87	5,16	20,81
2023	3,19	20,84	5,13	21,47
2024	3,13	22,38	5,10	22,95
2025	3,06	20,17	5,07	21,23
2026	3,00	21,15	5,03	21,90
2027	2,94	22,68	5,00	23,38
2028	2,87	20,47	4,97	21,66
2029	2,81	21,45	4,94	22,32
2030	2,75	22,98	4,91	23,80
2031	2,68	20,77	4,88	22,09
2032	2,62	21,75	4,85	22,75
2033	2,56	23,28	4,82	24,23
2034	2,49	21,07	4,78	22,51
2035	2,43	22,05	4,75	23,18
2036	2,36	23,58	4,72	24,66
2037	2,30	21,38	4,69	22,94
2038	2,24	22,35	4,66	23,60
2039	2,17	23,88	4,63	25,08
2040	2,11	21,68	4,60	23,37

2041	2,05	22,65	4,56	24,03
2042	1,98	24,18	4,53	25,51
2043	1,92	21,98	4,50	23,79
2044	1,85	22,95	4,47	24,46
2045	1,79	24,49	4,44	25,94
2046	1,73	22,28	4,41	24,22
2047	1,66	23,25	4,38	24,88
2048	1,60	24,79	4,34	26,36
2049	1,54	22,58	4,31	24,65
2050	1,47	23,55	4,28	25,31

8.5 Pozorovaný a odhadový výnos a cukernatost pro oblast Čechy a Morava zprůměrovaný po 5- letech do roku 2050

8.5.1 Pozorovaný a odhadový výnos – Oblast Čechy

Tabulka č. 11 udává pozorovaný a odhadový výnos zprůměrovaný po 5-ti letech do roku 2050 pro oblast Čechy. V prvních sloupci je časový údaj od roku 2001–2050 po 5-ti letech. Druhý sloupec nám značí pozorovaný výnos (2001–2025). Výnosy mezi roky jsou velmi variabilní, přesto zůstává trend poklesu hodnot. Třetí sloupec zobrazuje predikci, kde je vidět zprůměrovaný výnos od roku 2026–2030. Zde můžeme pozorovat klesající hodnoty výnosu révy vinné až do roku 2050, kdy v období mezi rokem 2001–2026 je průměrný výnos révy 3,98 tha^{-1} a od roku 2046–2050 je průměrného výnosu 1,60 tha^{-1} , tedy o 2,38 tha^{-1} méně, než v prvních 5-ti letech pozorovaného výnosu. Čtvrtý sloupec zobrazuje dolní hranici spolehlivosti pro výnos, kde je zobrazena nejnižší možná predikce pro dané časové období, stejně tak poslední sloupec zobrazuje nejvyšší možnou predikci révy vinné v této oblasti.

Tabulka č.11. Pozorovaný a odhadový výnos pro oblast Čechy zprůměrovaný po 5-ti letech do roku 2050.

Rok	Pozorovaný výnos (y_i^0)	Predikce výnosu, (y_i^p)	Dolní hranice spolehlivosti	Horní hranice spolehlivosti
2001–2005	3,98			
2006–2010	4,32			
2011–2015	2,88			
2016–2020	3,78			
2021–2025		3,19	0,81	5,58
2026–2030		2,87	0,39	5,36
2031–2035		2,56	-0,03	5,14
2036–2040		2,24	-0,45	4,93
2041–2045		1,92	-0,88	4,71
2046–2050		1,60	-1,31	4,51

8.5.2 Pozorovaná a odhadová cukernatost – Oblast Čechy

V tabulce č. 12 je zobrazena pozorovaná a odhadovaná cukernatost (°NM), která je zprůměrovaná po 5-ti letech do roku 2050 pro oblast Čechy. V prvních sloupci je časový údaj od roku 2001–2050 po 5-ti letech. Druhý sloupec nám značí pozorovanou cukernatost v letech 2001–2025. Cukernatost je v těchto letech zprůměrovaná v rozmezí 18,84 °NM do 21,07 °NM. Lze říci, že hodnota cukernatosti stoupá. Třetí sloupec predikce značí zprůměrovaná data cukernatosti od roku 2026–2030. Zde můžeme zaznamenat stoupající hodnoty cukernatosti révy vinné až do roku 2050, kdy v období mezi rokem 2001–2026 je průměrná cukernatost 18,84 °NM a v letech 2046–2050 je průměrná cukernatost 23,29 °NM, tedy o 4,45 °NM více, než v prvních 5-ti letech (2001–2005). Čtvrtý sloupec zobrazuje dolní hranici spolehlivosti, kde je zobrazena nejnižší možná predikce cukernatosti pro dané časové období, stejně tak poslední sloupec zobrazuje nejvyšší možnou predikci cukernatosti révy vinné.

Tabulka č.12. Pozorovaná a odhadová cukernatost pro oblast Čechy zprůměrovaný po 5-ti letech do roku 2050.

Rok	Pozorovaný výnos (y_i^0)	Predikce výnosu, (y_i^p)	Dolní hranice spolehlivosti	Horní hranice spolehlivosti
2001–2005	18,84			
2006–2010	19,73			
2011–2015	19,7			
2016–2020	20,58			
2021–2025		21,07	19,08	23,05
2026–2030		21,74	19,68	23,81
2031-2035		21,78	19,64	23,93
2036-2040		22,57	20,34	24,81
2041-2045		23,25	20,93	25,57
2046-2050		23,29	20,87	25,71

8.5.3 Pozorovaný a odhadový výnos – Oblast Morava

Tabulka č. 13 zobrazuje pozorovaný a odhadový výnos zprůměrovaný po 5-ti letech v oblasti Morava do roku 2050. V prvním sloupci je časová řada od roku 2001–2050 po 5-ti letech. Druhý sloupec nám ukazuje pozorovaný výnos v letech 2001–2025. V letech 2001–2005 je průměrný výnos 5,82 tha^{-1} , zatímco v letech 2021–2025 je výnos nižší o 0,69 tha^{-1} . Výnosy jsou v těchto letech velmi variabilní, přesto je jasné, že dochází k poklesu hodnot. Třetí sloupec určuje predikci, kde je zobrazen zprůměrovaný výnos od roku 2026–2030 až do roku 2050. Predikce nám určuje významný pokles výnosu, stejně jako tomu bylo v oblasti Čech. V období mezi rokem 2001–2026 je průměrný výnos révy 5,82 tha^{-1} , zatímco v letech 2046–2050 je nižší o 1,48 tha^{-1} . Čtvrtý sloupec zobrazuje dolní hranici spolehlivosti výnosu, kde je zobrazena nejnižší možná predikce pro dané časové období, stejně tak poslední sloupec zobrazuje nejvyšší možnou predikci révy vinné pro výnos v oblasti Morava.

Tabulka č.13. Pozorovaný a odhadový výnos pro oblast Morava zprůměrovaný po 5-ti letech do roku 2050.

Rok	Pozorovaný výnos (y_i^0)	Predikce výnosu, (y_i^p)	Dolní hranice spolehlivosti	Horní hranice spolehlivosti
2001–2005	5,82			
2006–2010	4,92			
2011–2015	5,28			
2016–2020	5,52			
2021–2025		5,13	3,04	7,22
2026–2030		4,97	2,83	7,12
2031-2035		4,82	2,61	7,02
2036-2040		4,66	2,39	6,93
2041-2045		4,50	2,17	6,84
2046-2050		4,34	1,94	6,75

8.5.4 Pozorovaná a odhadová cukernatost – Oblast Morava

V tabulka č. 14. je pozorovaná a odhadová cukernatost ($^{\circ}\text{NM}$), která je zprůměrovaná po 5-ti letech do roku 2050 pro oblast Morava. V prvních sloupci jsou roky 2001–2050 po 5-ti letech. Druhý sloupec nám udává pozorovanou cukernatost v letech 2001 – 2025. V letech 2001–2005 je průměrná cukernatost 18,52 $^{\circ}\text{NM}$, zatímco v letech 2021–2025 je cukernatost 21,80 $^{\circ}\text{NM}$, tedy nárůst o 3,28 $^{\circ}\text{NM}$ za 25 let. Lze říci, že hodnota cukernatosti stoupá. Třetí sloupec zobrazuje dlouhodobou predikci, kde je vidět zprůměrovaná cukernatost od roku 2026–2030. Zde můžeme pozorovat stoupající hodnoty cukernatosti révy vinné až do roku 2050, kdy v období mezi rokem 2026–2030 je průměrná cukernatost 21,80 $^{\circ}\text{NM}$, zatímco v letech 2046–2050 je předpověď průměrné cukernatosti až 25,08 $^{\circ}\text{NM}$, tedy o 3,28 $^{\circ}\text{NM}$ více. Čtvrtý sloupec zobrazuje dolní hranici spolehlivosti. Poslední sloupec zobrazuje nejvyšší možnou predikci cukernatosti révy vinné s hodnotou cukernatosti 26,91 $^{\circ}\text{NM}$.

Tabulka č.14. Pozorovaná a odhadová cukernatost pro oblast Morava zprůměrovaný po 5-ti letech do roku 2050.

Rok	Pozorovaný výnos (y_i^0)	Predikce výnosu, (y_i^p)	Dolní hranice spolehlivosti	Horní hranice spolehlivosti
2001–2005	18,52			
2006–2010	20,1			
2011–2015	20,46			
2016–2020	20,9			
2021–2025		21,80	20,11	23,48
2026–2030		22,61	20,90	24,32
2031-2035		22,95	21,22	24,68
2036-2040		23,93	22,16	25,69
2041-2045		24,74	22,95	26,54
2046-2050		25,08	23,26	26,91

8.6 Korelační analýza ilustrující závislost výnosu a cukernatosti na teplotě vzduchu a úhrnu srážek

Na základě dat průměrných teplot a průměrnému úhrnu srážek byla provedena analýza dat za období 2000–2020. Analýza dat proběhla pomocí korelační analýzy (r). V jednotlivých měsících (leden–prosinec) byl stanoven korelační koeficient, který určil vztah mezi výnosem a teplotou vzduchu, dále mezi výnosem a úhrnem srážek. Stejně tak byl korelační koeficient stanoven pro cukernatost (cukernatost a teplota vzduchu, cukernatost a úhrn srážek). Korelační analýza byla použita ke sledování závislosti výnosu a cukernatosti révy vinné na území určitého kraje po celý rok. Pro oblast Čechy byl zvolen Středočeský kraj, pro oblast Morava byl zvolen Jihomoravský kraj.

8.6.1 Lineární model – Oblast Čechy

Tabulka č. 15 zobrazuje vztah mezi výnosem (tha^{-1}), cukernatostí ($^{\circ}\text{NM}$) a měsíční průměrnou teplotou vzduchu a úhrnem srážek (P , mm) za vegetační období v oblasti Čechy. Střední kladná korelace byla mezi výnosem a teplotou v měsíci únor ($r=0,24$), kdy se réva vinná připravuje na fenologickou fázi rašení, při nižších teplotách by mohlo dojít k vymrznutí oček a následným ztrátám na výnosu. Významná střední kladná korelace byla v měsíci květnu ($r=0,27$), kdy dochází u rostliny dle fenologické fáze ke kvetení a vyšší teploty mohou kvetení urychlit. Další střední kladná hodnota byla v srpnu a v říjnu. V srpnu dochází u rostlin k zaměkání bobulí a rostlina vyžaduje teplejší počasí. Významná záporná korelace mezi výnosem rostliny a teplotou, byla v září ($r=-0,25$), korelace mohla nepříznivě ovlivnit cukernatost hroznů. Slabá záporná korelace mezi výnosem a teplotou nastala v měsíci březnu ($r=-0,12$) a dubnu ($r=-0,06$). Kdy v březnu rostlina potřebuje úhrn slunečního svitu pro rašení listových pupenů. V dubnu mohlo dojít vlivem nižších teplot k poškození oček během rašení.

Korelace mezi výnosem a úhrnem srážek byla významná střední hodnota v březnu ($r=0,43$), kdy se rostlina nachází ve fenologické fázi rašení a lze říci, že vztah mezi výnosem a průměrným úhrnem srážek byl pozitivní, kdy rostlina pro své rašení oček vyžaduje vyšší úhrn srážek. Záporná střední korelace mezi výnosem a úhrnem srážek byla v letním měsíci červeneci ($r=-0,45$), tato korelace mohla nepříznivě poškodit kvalitu hroznů, kdy suché počasí mohlo způsobit nižší kvalitu bobulí, ve velikosti i elastických vlastnostech. V prosinci byla záporná střední korelace ($r=-0,29$).

Vztah korelace cukernatosti rostliny a průměrnou teplotou byla příznivě ovlivněna v dubnu, červnu a září, kdy korelace vykazovaly kladné střední hodnoty. V dubnu byla korelace ($r=0,42$), v tomto období rostlina podstupuje fenologickou fázi rašení a díky vyšším teplotám byla tato fáze urychlena. Významná střední korelace mezi teplotou a cukernatostí byla v červnu ($r=0,60$), kdy teplota příznivě ovlivnila zvýšení cukernatosti uvnitř hroznů rostliny. Korelace mezi cukernatostí a úhrnem srážek byla převážně v záporných hodnotách. Nejnižší střední hodnotu vykazuje měsíc srpen ($r=-0,47$) a září ($r=-0,49$), kdy se může zvýšit výskyt patogenů na keřích révy vinné při jejím dozrávání.

Tabulka č. 15. Korelační analýza výnosu (y_i^0) a cukernatosti ($^{\circ}\text{NM}$) dle průměrných teplot a srážek v oblasti Čechy

Koeficient korelace (r)				
měsíc	Výnos (y_i^0)		Cukernatost ($^{\circ}\text{NM}$)	
	t, $^{\circ}\text{C}$	P, mm	t, $^{\circ}\text{C}$	P, mm
Leden	0,19	-0,02	0,28	-0,12
Únor	0,24	0,11	-0,18	-0,08
Březen	-0,12	0,42	0,10	-0,20
Duben	-0,06	0,03	0,42	-0,43
Květen	0,27	-0,25	0,20	-0,18
Červen	0,12	-0,12	0,60	-0,25
Červenec	-0,11	-0,45	0,20	-0,25
Srpen	0,15	-0,28	0,28	-0,47
Září	-0,25	-0,25	0,56	-0,49
Říjen	0,19	0,01	-0,29	0,15
Listopad	0,02	0,17	0,31	-0,34
Prosinec	0,04	-0,29	0,50	-0,13

Klasifikace této korelace kladná: slabá (0,1-0,3), střední (0,4-0,6), silná (0,7-0,8), velmi silná (větší než 0,9).

Klasifikace této korelace záporná: slabá (0,1-0,3), střední (0,4-0,6), silná (0,7-0,8), velmi silná (větší než 0,9).

8.6.2 Lineární model – Oblast Morava

Tabulka č. 16. zobrazuje vztah mezi výnosem (tha^{-1}), cukernatostí ($^{\circ}\text{NM}$) a průměrnou teplotou vzduchu během vegetačního období a měsíčním úhrnem srážek (P, mm) za vegetační období od roku 2000 do roku 2020 v oblasti Morava.

Korelační vztah mezi výnosem a průměrnou teplotou vzduchu, byl zaznamenán se střední kladnou korelační hodnotou v lednu ($r=0,50$), květnu ($r=0,47$) a srpnu ($r=0,56$). Vztah korelace výnosu a průměrné teploty v lednu byla pro rostlinu příznivá. V tomto období se mohou objevovat přízemní mrazy, které mívají za následek vymrznutí oček révy vinné, a tím by došlo k velkým ztrátám na výnosu. Vlivem příznivých teplých dnů se v květnu urychlilo kvetení révy vinné. Další střední korelační hodnota byla v srpnu, kdy se rostlina nachází ve fenologické fázi zrání a zaměkání bobulí, korelace byla pro révu velmi příznivá. Naopak záporná střední korelace ve vztahu průměrné teploty a výnosu nastala v červenci a v listopadu s hodnotou ($r=-0,42$). Korelace byla pro rostliny nepříznivá. V červenci nastává u rostlin fenologická fáze vyzrávání plodů a dřeva, kdy mají velký význam srážky, pokud je před vyzráváním bobulí příliš velké sucho, potom slupka nemá dobré elastické vlastnosti a bobule nedosahují potřebné velikosti. Od září probíhá u rostlin adaptace rostliny na nízké teploty, aby rostlina zvládla zimu, a proto záporná střední korelace ve vztahu výnosu a průměrné teploty v listopadu ovlivnila rostlinu nepříznivě. Korelační koeficient mezi výnosem a úhrnem srážek byl v záporné střední hodnotě v dubnu ($r=-0,41$) a květnu ($r=-0,41$). V dubnu je velmi důležité deštivé počasí pro dobré rašení oček révy vinné, a proto tato korelační hodnota není příznivá. V květnu vlivem srážek může docházet ke sprchování nasazených květů. Menší vliv na révu má i slabá korelační

hodnota v období leden a únor, kdy deštivé počasí doprovázené nízkou teplotou může způsobovat přízemní mráz na vinicích.

Korelační vztah mezi cukernatostí a průměrnou teplotou vzduchu byla kladná střední hodnota v září ($r=0,54$), kdy bylo teplé a slunné počasí, cukernatost se navyšovala. V prosinci se stejnou střední kladnou hodnotu jako v září, měla korelace společně s méně srážkami vliv na snížení zásahu proti chorobám. Slabá kladná střední hodnota byla mezi cukernatostí a průměrnou teplotou vzduchu od dubna až do srpna, kdy rostlina začala fázi slzení a rašení, obdobím, kdy se rozhoduje o násadě bobulí, samotnému vyzrávání bobulí v červnu a v červenci. V srpnu, dochází k zaměkání ranných bobulí, u pozdějších odrůd dochází k zaměkání v září. Korelační analýza mezi cukernatostí a úhrnem srážek byla v září významná záporná střední hodnota ($r=-0,46$), kdy se rostlina nachází ve fenologické fázi zaměkání bobulí, kdy u rostlin mohlo vlivem srážek dojít k podmáčení kořenů a objevení významných patogenů i na bobulích hroznu révy.

Tabulka č. 16: Korelační analýza výnosu (y_i^0) a cukernatost ($^{\circ}\text{NM}$) dle průměrných teplot a srážek v oblasti Morava

Koefficient korelace (r)				
měsíc	Výnos (y_i^0)		Cukernatost ($^{\circ}\text{NM}$)	
	t, $^{\circ}\text{C}$	P, mm	t, $^{\circ}\text{C}$	P, mm
Leden	0,50	-0,13	0,01	0,13
Únor	0,27	-0,16	-0,34	-0,07
Březen	0,09	0,17	-0,11	-0,28
Duben	0,13	-0,41	0,32	-0,12
Květen	0,47	-0,41	0,00	0,11
Červen	0,10	-0,17	0,39	0,14
Červenec	-0,42	-0,37	0,32	-0,11
Srpen	0,56	-0,23	0,24	-0,25
Září	-0,29	0,27	0,54	-0,46
Říjen	0,03	0,33	-0,25	0,07
Listopad	-0,42	0,17	0,39	-0,21
Prosinec	0,17	0,07	0,57	-0,04

Klasifikace této korelace kladná: slabá (0,1-0,3), střední (0,4-0,6), silná (0,7-0,8), velmi silná (větší než 0,9).
Klasifikace této korelace záporná: slabá (0,1-0,3), střední (0,4-0,6), silná (0,7-0,8), velmi silná (větší než 0,9).

9 Diskuze

Následující kapitola je věnována diskuzi, která je zaměřena na výnos (tha^{-1}) a cukernatost ($^{\circ}\text{NM}$) révy vinné na úkor změn globálního oteplování. Počasí má mimořádný vliv na průběh vegetace, výnos a kvalitu hroznů révy vinné. Průběh vegetace ovlivňuje nástup a průběh fenologických fází rostliny, ale také vytváří důležité podmínky pro ošetřování vinic ve vinohradě. Meteorologické podmínky také ovlivňují průběh sklizně a následně vlastnosti vyrobeného vína. Autoři se ve svých publikacích shodují, že globální oteplování má za následek rychlejší nástup do jednotlivých fenologických fází rostliny, což způsobuje dřívější dobu sklizně. Vlivem vyšší teploty je ovlivněna i kvalita a velikost bobulí. Sklizené bobule mají více cukrů a kyselin. Révu vinnou nejvíce ovlivňuje úhrn slunečního záření. Teplota udává nástup a průběh vegetace rostliny a dobré vyžrávání hroznů. Má vliv na vývoj a výskyt houbových onemocnění a škůdců (Bláha 1961). Negativně na výnos působí vyšší úhrn srážek během fenologické fáze kvetení, kdy může docházet ke sprchávání květenství, a tím i k redukci sklizně (Kraus & Kraus 2003), stejně tak tabulky č. 15 a č. 16 korelační analýzy této diplomové práce potvrdily autorovo tvrzení.

Parker et al. (2020) uvádí, že globální oteplování má významný vliv jak na jednotlivé fenologické fáze rostliny, tak i na akumulaci cukru v hroznové bobuli révy. Teplota ovlivňuje koncentraci cukru v bobuli. Stejně tak autor Seguin et al. (2005) uvádí, že vlivem globálního oteplování, ke kterému dochází již patnáct let, se urychlil nástup do jednotlivých fenologických fází rostliny, a tím se urychlila doba sklizně. Sklizené bobule měly naměřeno i více cukrů a kyselin. Tématem se zabýval i Gouot et al. (2019). Vliv vyšších teplot má vliv na růst, vývoj, kvalitu a výnos révy vinné. Podle autora se v budoucnosti očekávají vyšší maximální teploty a vlny veder, které budou trvat déle, a které budou ovlivňovat rostliny. Vyšší teploty ovlivňují vývoj, kvalitu bobulí a snižují jejich velikost. Výsledky studie ukazují, že růst bobulí a jejich složení bylo bezprostředně ovlivněno vysokou denní teplotou. Třísloviny ovlivněny nebyly. Zvýšená denní teplota snížila akumulaci kyseliny jablečné. Bobule, co byly zahřívány ve dne i v noci vykazovaly největší rozdíly, ovšem větší vliv na to měla vysoká denní teplota. Cameron et al. (2020) uvedl, že díky vyšší teplotě se bude zpomalovat dozrávání hroznů. Studie Fabjanowiczio et al. (2019) ukázala, že červená vína ve srovnání s bílými víny jsou vyšší ve své kyselosti a mají vyšší koncentraci fluoridových iontů.

Hall et al. (2016) uvádí, že klíčové období pro révu vinnou je mezi sklizní a opadem listů, kdy dochází k akumulaci sacharidů v teplejších oblastech pěstovaných hroznů. Jak už autoři uvedli, v posledním desetiletí došlo k rychlejším nástupům do fenologických fází, dřívějšímu výskytu pupenů, dřívějším termínům sklizně i akumulací dnů před opadem listů. Úroveň nárůstu se liší v závislosti na počátečních klimatických podmínkách. Největší změny se udávají v chladnějších oblastech. Gonzalez Antivilo et al. (2018) a Mosedale et al. (2015) se ve své práci zaměřili na oblasti s chladnějšími podmínkami. Mosedale et al. (2015) uvedl negativní dopad na sklizeň révy vinné vlivem nepříznivých povětrnostních podmínek. Do budoucna je možné předpokládat snížení jarních mrazů, které ovlivní vyšší teploty. Gonzalez Antivilo et al. (2018) se zaměřil, jak ovlivňuje změna teplot během roku fyziologii rostliny révy vinné. Především jak rostlina zvládá změny teplot v mírných oblastech, které přináší zima. Výzkum zkoumal mrazuvzdornost mladých rostlin, aby vinná réva za těchto klimatických podmínkách přežila vegetační klid. Snímány byly parametry prostředí, aby se spustily ochranné mechanismy

rostliny, které povedou k odolnosti vůči chladu (CH). Výsledky naznačují, že rostliny vystaveny v různém prostředí během zimy vykazují odlišné hodnoty CH. Denní minimální teplota je hlavním parametrem, který řídí změny v rostlině. Tyto výsledky mají význam při zakládání nových vinic v pěstitelsky chladnějších oblastech. S rostoucí minimální teplotou se předpovídá i změna klimatu, což může ovlivnit náchylnost rostlin k chladnějším podmínkám během vegetačního období. Stejně tak autor Blanco-Ward et al. (2019), Siring et al. (2019) a Fraga (2019) ve svém výzkumu zmínili, že změna klimatu má na produkci révy vinné zásadní význam. Většina vinařských oblastí se nachází v úzkých zeměpisných šířkách s průměrnými vegetačními teplotami (13-21 °C). Blanco-Ward et al. (2019) provedl výzkum, kde byla zkoumána doba trvání a intenzita fenologických fází, aby se mohly posoudit pozitivní a negativní důsledky na produkci vína v daném regionu. Výsledky ukazují pozitivní vztah mezi vyšší akumulací tepla ve vegetačním období a vyššími výnosy daného roku. Výsledky také naznačují možné dopady, které umožní řadu strategických kroků k udržení produkce i kvality vína v regionu. Se změnou klimatu přichází i vhodné roubování na správné podnože. Lze tím přispět k přizpůsobení rostlin v našich klimatických podmínkách. Cílem je zlepšit odolnost rostlin vůči škůdcům a přizpůsobení se abiotickým stresům (Ollat et al. 2014).

Leolini et al. (2018), stejně jako již zmínění autoři se zabýval změnou klimatu. Ovšem jeho výzkum byl zaměřen na změnu klimatu s kombinací na zvýšenou frekvenci extrémních událostí, jako je mráz a sucho s přihlédnutím k odrůdové variabilitě révy vinné. Zkoumal, jaký vliv budou mít pozdní mrazy na distribuci révy vinné v Evropě. Vinařství je celosvětově velmi významné odvětví z hlediska ekonomie, zejména v regionech klimatických a environmentálních podmínek, které jsou vhodné pro pěstování a distribuci kvalitního vína. Změna klimatu s sebou nese určité dopady. Hodnocení probíhalo na čtyřech odrůdách v různých fenologických cyklech. Výsledek této studie zdůraznil, že v teplejším podnebí změní distribuci odrůd révy vinné spíše stres nežli samotný mráz. Nejen sucho a mráz mají negativní dopad na růst a vývoj révy vinné. V dalším výzkumu byly pozorovány výkyvy teplot, srážek a výkyvy standardizovaného srážkového evapotranspiračního indexu (SPEI). Letní srážky hrály v analyzovaných obdobích velkou roli. Korelační koeficienty zemědělských sérií s teplotou ukazují na růst tohoto faktoru do budoucna uvedl Brázdil et al. (2019).

Změna globálního oteplování sebou nese určité následky a jedním z nich se zabýval Iltis et al. (2020). Vlivem změny klimatu a oteplováním je nepříznivě ovlivněno pěstování révy vinné škůdcem *Lobesia botrana* – Obaleč mramorovaný. Obaleč mramorovaný je celosvětově velmi významný škůdce révy vinné. Výsledky výzkumu naznačují, že globální oteplování by mohlo nepříznivě ovlivnit reprodukční úspěch a samotnou hojnost škůdce. U samic vlivem oteplování dochází ke snížení úspěšnosti páření a u samců došlo ke snížení jejich plodnosti. Výzkum byl prováděn pozorováním *Lobesia botrana*. Gutierrez et al. (2018) se své publikaci uvádí, že největší výskyt obaleče byl zaznamenán při teplotách 40°. V Evropě mají škůdci dvě až tři generace během roku.

10 Závěr

Na začátku diplomové práce bylo cílem zpracovat literární přehled o révě vinné (*Vitis vinifera* L.). První část je věnována vegetačnímu cyklu rostliny, který je rozdělený do jednotlivých fenologických fází: fenologická fáze rašení a slzení, fenologická fáze prodlužovacího růstu, fenologická fáze kvetení, fenologická fáze vyzrávání plodů a dřeva, fenologická fáze vyzrávání zelených letorostů a fenologická fáze dormance zimních oček a období klidu. Další část literární rešerše byla věnována klimatickým podmínkám a rizikových jevů na vývoj, růst, výnos, cukernatost a kvalitu sklizených hroznů. V další části byla provedena případová studie v České republice, která dělí vinařské oblasti na Čechy a Moravu. Studie byla zpracována od roku 2000–2020, kde byl vždy uveden průměrný výnos, průměrná cukernatost a podíl moštových hroznů révy vinné. S tím souvisí agronomické podmínky, které ovlivňují rostlinu během roku, které jsou po jednotlivých rocích popsány v další části práce, kde se klade důraz na významný meteorologický děj, který se v daném roce udál.

Praktická část byla zaměřena na statistický rozbor pomocí Microsoft Excel pro oblast Čechy a Morava za období 2000–2020, kde byl vytvořen polynomický trend pro výnos a cukernatost révy vinné. Na základě polynomického trendu bylo možné zhodnotit průběh výnosu a cukernatosti révy vinné v obou oblastech (Čechy a Morava) v konvenčním zemědělství za posledních dvacet let. V další části diplomové práce jsou uvedeny odchylky výnosu a cukernatosti od polynomického trendu, které nám říkají, jaký rok byl příznivý z hlediska výnosu či cukernatosti daného roku, nebo naopak, kdy byl méně příznivý rok. Nejnižší výnos byl v roce 2011 (1 tha^{-1}), nejvyšší v roce 2008 ($6,3 \text{ tha}^{-1}$) pro oblast Čechy. Na Moravě byl nejnižší výnos v roce 2010 ($3,2 \text{ tha}^{-1}$) a nejvyšší v roce 2007, 2008 a 2018 ($6,6 \text{ tha}^{-1}$). U cukernatosti byla nejnižší hodnota v roce 2011 ($15,6^\circ\text{NM}$) a nejvyšší v roce 2018 ($21,7^\circ\text{NM}$) pro oblast Čechy. V oblasti Morava byl nejlepší rok z hlediska cukernatosti 2018 ($21,9^\circ\text{NM}$) a nejhorší 2001 (16°NM). Následně byla vytvořena predikce neboli prognóza do roku 2050 pro obě oblasti (Čechy a Morava) jak pro výnos, tak pro cukernatost révy vinné. Tabulka prognózy nám ukazuje, že výnos v oblasti Čechy bude v následujících letech klesat každým rokem až o celých $0,6 \text{ tha}^{-1}$, na Moravě se ztráty pohybují od $0,3 - 0,4 \text{ tha}^{-1}$. Oproti tomu cukernatost se bude každým rokem u obou oblastech zvyšovat. Podle prognózy bude nejvyšší cukernatost v roce 2045 ($25,94^\circ\text{NM}$) v oblasti Morava. V neposlední řadě byla v diplomové práci vytvořena korelační analýza, kde byl zkoumán korelační vztah mezi výnosem a průměrnou teplotou vzduchu, výnosem a úhrnem srážek, stejný vztah korelace se provedl i u cukernatosti. Z této studie je třeba zdůraznit tyto výsledky:

- (i) Korelační analýza uvádí, že vztah mezi výnosem (tha^{-1}) a průměrnou teplotou vzduchu byla záporná střední hodnota v březnu a dubnu, v tomto období se rostlina nachází ve fenologické fázi rašení a nižší teploty ji negativně ovlivnily. Střední záporná korelace mezi výnosem (tha^{-1}) a úhrnem srážek byla v červenci ($r=-0,45$), kdy rostlina potřebuje vodu pro lepší kvalitu hroznů (oblast Čechy).
- (ii) Vztah mezi cukernatostí ($^\circ\text{NM}$) a průměrnou teplotou vzduchu byla příznivě ovlivněna v dubnu ($r=0,42$), červnu ($r=0,60$) a září ($r=0,56$). Tyto korelace příznivě ovlivnily fenologické fáze rostliny. V dubnu korelace podpořila rašení,

v červnu vyzrávání a cukernatost hroznů a v září zaměkání bobulí pozdějších odrůd (oblast Čechy).

- (iii) Korelační analýza uvádí vztah mezi výnosem (tha^{-1}) a průměrnou teplotou vzduchu, kde byly zaznamenány střední kladné korelační hodnoty. V lednu ($r=0,50$), květnu ($r=0,47$) a v srpnu ($r=0,56$). Tyto hodnoty příznivě ovlivnili vývoj révy vinné. Naopak záporně působily hodnoty v červenci a v listopadu ($r=-0,42$). Záporná střední korelace mezi výnosem a úhнем srážek byla v dubnu a v květnu ($r=-0,41$), kdy je v tomto období důležitý vyšší úhrn srážek kvůli fenologické fázi rašení oček (oblast Morava).
- (iv) Vztah korelace cukernatosti ($^{\circ}\text{NM}$) a průměrnou teplotou vzduchu byla příznivě ovlivněna v září ($r=0,54$), u korelace došlo k navýšení cukernatosti v hroznech. Záporná střední hodnota mezi cukernatostí a úhнем srážek byla v září, kdy je možný výskyt houbových chorob (oblast Morava).

Korelační analýza dokazuje, že průměrná teplota vzduchu a úhrn srážek mají důležitý význam pro růst, vývoj, výnos a cukernatost révy vinné a jejich ovlivnění v jednotlivých fenologických fázích daného roku.

Hypotéza 1: Jarních mrazů přibývá a způsobují značné škody na vinohradech a výrobě vína. Réva vinná je velmi citlivá na jarní mraz, který bývá začátkem roku. Podle lineárních modelů této diplomové práce se objevují jarní mrazy spíše v kratších intervalech se středně kladnou korelační hodnotou, a tak nezpůsobí významné škody na rostlinách. Záleží ovšem na daných podmínkách každého roku.

Hypotéza 2: Riziko sucha je stále větším problémem během fází růstu bobulí. Změnou globálního oteplování se zvyšuje teplota vzduchu a jednotlivé fenologické fáze révy vyžadují vyšší úhrn srážek pro růst rostliny a bobulí. Pokud tomu tak není, u rostliny nastává vláhový deficit.

Poslední část diplomové práce byla věnována diskuzi, která je zaměřena na výnos (tha^{-1}) a cukernatost ($^{\circ}\text{NM}$) révy vinné na úkor změn globálního oteplování. Většina autorů se shoduje, že globální oteplování má vliv na vývoj a růst révy vinné. Rostlina vlivem tepla vstupuje dříve do jednotlivých fenologických fází, což způsobuje i dřívější dobu sklizně. Sklizené bobule měly naměřeno i více cukrů a kyselin.

11 Literatura

- Coufal L. 2004. Fenologický atlas. Český hydrometeorologický ústav, Praha.
- Baronti S, Vaccari FP, Miglietta F, Calzolari C, Lugato E, Orlandini S, Pini R, Zulian C, Genesio L. 2014. Impact of biochar application on plant water relations in *Vitis vinifera* (L.). *European Journal of Agronomy* **53**:38-44.
- Bláha J. 1961. Réva vinná. Československá akademie věd-ČSAV. Praha.
- Blanco-ward D et al. 2019. Climate change impact on a wine-producing region using a dynamical downscaling approach: Climate parameters, bioclimatic indices and extreme indices. *International Journal of Climatology* **39**:5741-5760.
- Brázdil R, Možný M, Klír T, Řezníčková L, Trnka M, Dobrovolný P, Kotyza O. 2019. Climate variability and changes in the agricultural cycle in the Czech Lands from the sixteenth century to the present. *Theoretical and Applied Climatology* **136**:553-573.
- Dominé A et al. 2015. *Víno* / André Dominé ; fotografie Armin Faber, Thomas Pothmann ; autoři Eckhard Supp, David Schwarzwälder, Anthony Rose, Dunja Ulbricht, Hélène Jaeger, Ulrich Sautter, Joachim Krieger, Patrick Fiévez, Sabine Rumrich, Wolfgang Faßbender, Steffen Maus, Beate Berkelmann-Löhnertz, Michael Ben-Joseph, Klaus Feiten, Hartwig Holst, Wolfgang Thomann, Dimitris Chatzinikolaou ; z německého originálu *Wein ...* přeložili Jaroslava Burkertová, Libor Jůn, Alexandra Benáková, Jitka Kňourková, Věra Běťáková, Petra Martínková a Vilém Beran.
- Cameron W, Petrie PR, Barlow EWR, Patrick CJ, Howell K, Fuentes S. 2020. Advancement of grape maturity: comparison between contrasting cultivars and regions. *Australian Journal of Grape* **26**:53-67.
- Fabjanowicz M, Kosek K, Płotka-wasyłka J, Namieśnik J. 2019. Evaluation of the influence of grapevine growing conditions on wine quality. *Monatshefte für Chemie - Chemical Monthly: An International Journal of Chemistry* **150**:1579-1584.
- Fraga H. 2019. Viticulture and Winemaking under Climate Change. *Agronomy* **9**:783-783.
- Gonzalez Antivilo F, Paz RC, Echeverria M, Keller M, Tognetti J, Borgo R, Roig Juñent F. 2018. Thermal history parameters drive changes in physiology and cold hardiness of young grapevine plants during winter. *Agricultural and Forest Meteorology* **262**:227-236.
- Gouot JC, Smith JP, Holzappel BP, Barril C. 2019. Impact of short temperature exposure of *Vitis vinifera* L. cv. Shiraz grapevine bunches on berry development, primary metabolism and tannin accumulation. *Environmental and Experimental Botany* **168**.

- Gutierrez AP, Ponti L, Gilioli G, Baumgärtner J. 2018. Climate warming effects on grape and grapevine moth (*Lobesia botrana*) in the Palearctic region. *Agricultural* **20**:255-271.
- Hall A, Mathews AJ, Holzapfel BP. 2016. Potential effect of atmospheric warming on grapevine phenology and post-harvest heat accumulation across a range of climates. *International Journal of Biometeorology* **60**:1405-1422.
- Heim RR. 2002. A Review of Twentieth-Century Drought Indices Used in the United States. *Bulletin of the American Meteorological Society* **83**:1149-1165.
- Iltis C, Moreau J, Pecharová K, Thiéry D, Louâpre P. 2020. Reproductive performance of the European grapevine moth *Lobesia botrana* (Tortricidae) is adversely affected by warming scenario. *Journal of Pest Science* **93**:679-689.
- Kraus V, Kraus V. 2003. Pěstujeme révu vinnou / Vilém Kraus, Vilém Kraus ml.
- Kraus V, Kraus V, Foffová Z, Vurm B. 2005. Nová encyklopedie českého a moravského vína / Vilém Kraus, Zuzana Foffová, Bohumil Vurm.
- Kraus V. 2012. Pěstujeme révu vinnou / Vilém Kraus.
- Konečný M, Sedlo J, Půček M. 2003. Sklizeň moštových hroznů v ČR. Svaz vinařů ČR
- Lampíř L. 2018. Fenologická stádia révy vinné: (*Vitis vinifera* L. ssp. *vinifera*) / Lubomír Lampíř.
- Leolini L, Moriondo M, Fila G, Costafreda-aumedes S, Ferrise R, Bindi M. 2018. Late spring frost impacts on future grapevine distribution in Europe. *Field Crops Research* **222**:197-208.
- Mosedale JR, Wilson RJ, Maclean IMD. 2015. Climate Change and Crop Exposure to Adverse Weather: Changes to Frost Risk and Grapevine Flowering Conditions. *PLoS ONE* **10**:1-16.
- Možný M, Brázdil R, Dobrovolný P, Trnka M, Potopová V, Hlavinka P, Bartošová L, Zahradníček P, Štěpánek P, Žalud Z. 2016. Drought reconstruction based on grape harvest dates for the Czech Lands, 1499–2012. *Climate Research* **70**:119.
- Nováková V. 2018. Historie pěstování révy vinné v závislosti na rizikových meteorologických faktorech v ČR [BSc. Thesis]. Česká Zemědělská univerzita, Praha.
- Parker AK et al. 2020. Temperature-based grapevine sugar ripeness modelling for a wide range of *Vitis vinifera* L. cultivars. *Agricultural* **285**:N.PAG.

- Pavloušek P. 2008. Encyklopedie révy vinné. 2., aktualiz. vyd. Computer Press, Brno.
- Pavloušek P. 2011. Pěstování révy vinné: moderní vinohradnictví / Pavel Pavloušek.
- Pavloušek P, Lampíř L. 2016. Réva vinná: pro malopěstitele / Pavel Pavloušek, Lubomír Lampíř a kolektiv.
- Půček M, Sedlo J. 2004. Sklizeň moštových hroznů v ČR. Svaz vinařů ČR.
- Sedlo J, Půček M. 2000. Sklizeň moštových hroznů v ČR. Svaz vinařů ČR.
- Sedlo J, Půček M. 2001. Sklizeň moštových hroznů v ČR. Svaz vinařů ČR.
- Sedlo J, Půček M. 2002. Sklizeň moštových hroznů v ČR. Svaz vinařů ČR.
- Sedlo J, Půček M. 2005. Sklizeň moštových hroznů v ČR. Svaz vinařů ČR.
- Sedlo J, Půček M. 2006. Sklizeň moštových hroznů v ČR. Svaz vinařů ČR.
- Sedlo J, Lesa R, Půček M. 2007. Sklizeň moštových hroznů v ČR. Svaz vinařů ČR.
- Sedlo J, Půček M. 2008. Sklizeň moštových hroznů v ČR. Svaz vinařů ČR.
- Sedlo J. 2009. Sklizeň moštových hroznů v ČR. Svaz vinařů ČR.
- Sedlo J, Půček M. 2010. Sklizeň moštových hroznů v ČR. Svaz vinařů ČR.
- Sedlo J, Půček M. 2011. Sklizeň moštových hroznů v ČR. Svaz vinařů ČR.
- Sedlo J, Půček M. 2012. Sklizeň moštových hroznů v ČR. Svaz vinařů ČR.
- Sedlo J, Půček M. 2013. Sklizeň moštových hroznů v ČR. Svaz vinařů ČR.
- Sedlo J, Půček M. 2014. Sklizeň moštových hroznů v ČR. Svaz vinařů ČR.
- Sedlo J, Půček M. 2015. Sklizeň moštových hroznů v ČR. Svaz vinařů ČR.
- Sedlo J, Půček M, Nevěděl V. 2016. Sklizeň moštových hroznů v ČR. Svaz vinařů ČR.
- Sedlo J, Půček M, Nevěděl V. 2017. Sklizeň moštových hroznů v ČR. Svaz vinařů ČR.
- Sedlo J, Půček M, Křivánková L. 2018. Sklizeň moštových hroznů v ČR. Svaz vinařů ČR.
- Sedlo J, Půček M. 2019. Sklizeň moštových hroznů v ČR. Svaz vinařů ČR.

- Sedlo J, Půček M. 2020. Sklizeň moštových hroznů v ČR. Svaz vinařů ČR.
- Seguin B, de Cortazar IG. 2005. Climate warming: Consequences for viticulture and the notion of 'terroirs' in Europe.
- Sirnik I, Jiménez Bello MÁ, Manzano Juarez J, Quenol HA. 2019. Spatial-temporal analysis of climate change impact on viticultural regions Valencia DO and Goriška Brda.
- Stevenson T. 1993. Světová encyklopedie vín: unikátní průvodce víny celého světa / Tom Stevenson.
- Středová H, Rožnovský J, Litschmann T. 2011. Mikroklima a mezoklima krajinných struktur a antropogenních prostředí: sborník abstraktů z mezinárodní konference: Skalní mlýn 2.-4.2.2011. Česká bioklimatická společnost v nakl. Český hydrometeorologický ústav, Praha.
- Ollat N, Bordenave L, Tandonnet J-pascal, Boursiquot J-michel, Marguerit E. 2014. Grapevine rootstocks: origins and perspectives.
- Valter J. 1981. Metodický předpis. č. 3, Návod pro činnost fenologických stanic: ovocné dřeviny. ČHMÚ. Praha.
- Vereš A. 1980. Rez a vedenie viniča. Rez a vedenie viniča / A. Vereš a kol.
- Zahradníček P, Hájková L. 2009. The Impal of Meteorological Elements on Grapevine Phenophases and their temporal dynamics. Grapevine (Vitis vinifera l.). Meteorological Bulletin. 62 (3).

Internetové zdroje

Situační a výhledová zpráva: réva vinná a víno

<http://eagri.cz/public/web/mze/zatrideni-vina/rev-a-vinna-a-vino/situacni-a-vyhledove-zpravy/>

Web of science

<https://www-webofscience-com.infozdroje.czu.cz/>

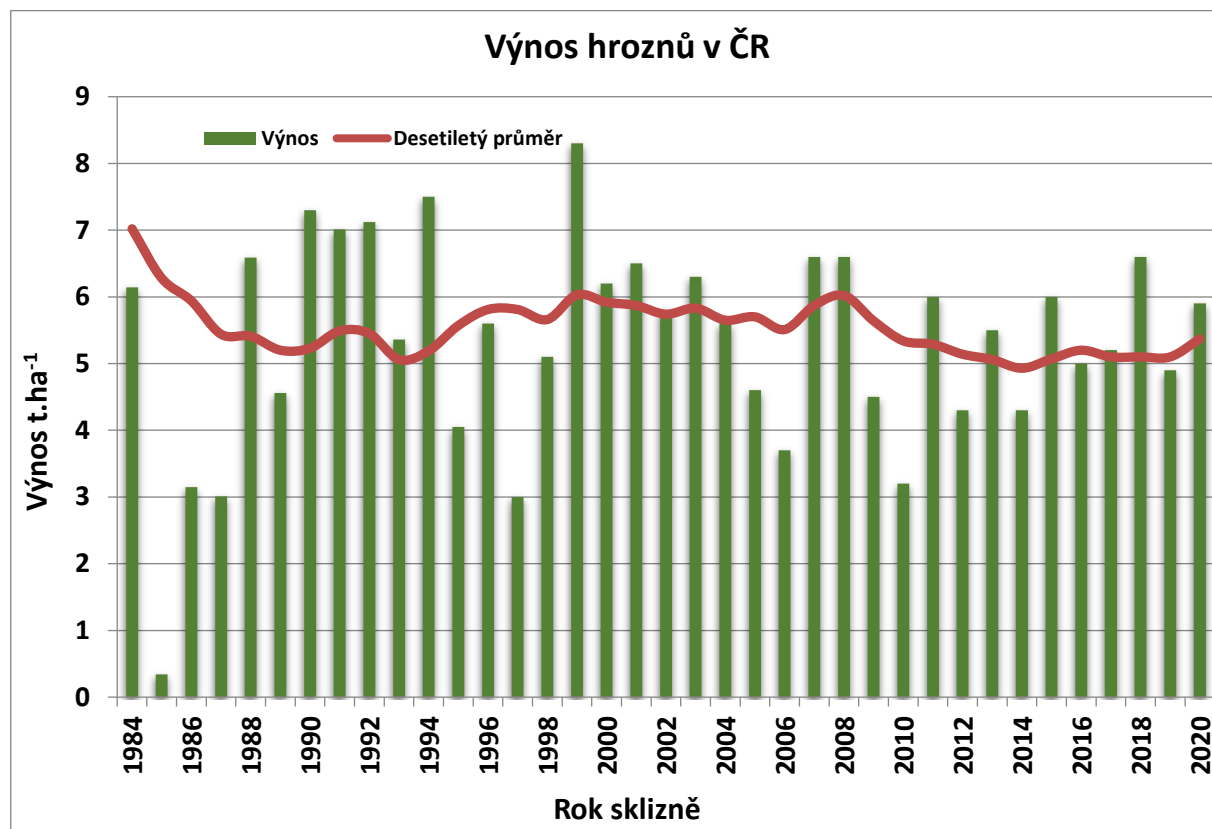
<http://www.ekovin.cz/choroby-a-skudci/poskozeni-krupobitim-poskozeni-ultrafialovym-zarenim-upal>

12 Samostatné přílohy

Příloha č. 1. Vývoj průměrného výnosu hroznů v ČR v letech 1984 – 2020

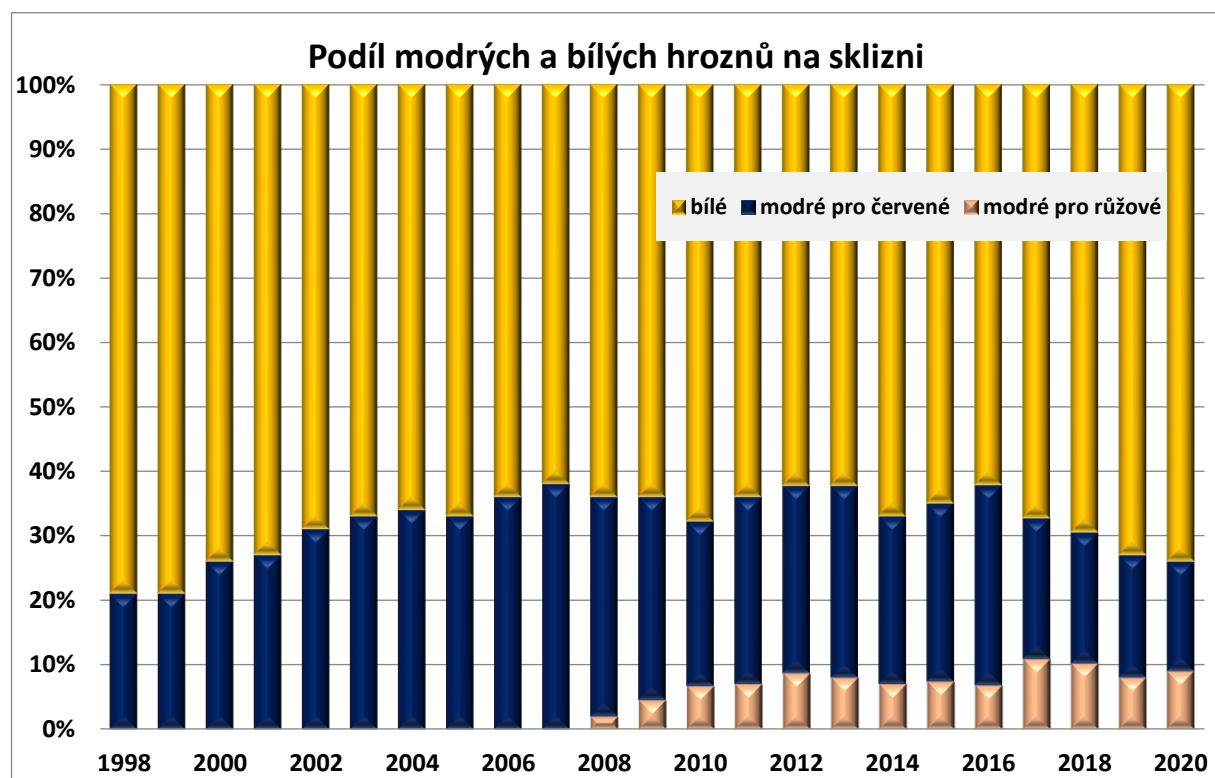
Příloha č. 2. Vývoj podílu produkce bílého, červeného a růžového vína v ČR v posledních 23 letech

Příloha č. 1. Vývoj průměrného výnosu hroznů v ČR v letech 1984 – 2020



Zdroj: Půček M, Sedlo J. 2020. Sklizeň moštových hroznů v ČR.

Příloha č. 2. Vývoj podílu produkce bílého, červeného a růžového vína v ČR v posledních 23 letech



Zdroj: Půček M, Sedlo J. 2020. Sklizeň moštových hroznů v ČR.