



**Chemické a fyzikální vlastnosti půd v intenzivně
obhospodařovaných vinohradech**
Bakalářská práce

Vedoucí práce:
doc. RNDr. Ľubica Pospíšilová, CSc.

Vypracoval:
Patrik Čermák

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: „*Chemické a fyzikální vlastnosti půd v intenzivně obhospodařovaných vinohradech*“ vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše

V Brně dne:.....

.....
podpis

Poděkování

Rád bych tímto poděkoval své vedoucí doc. RNDr. Ľubici Pospíšilové, CSc. za velkou pomoc, trpělivost, cenné rady a za poskytnutí materiálů při zpracování bakalářské práce a prof. Ing. Vojtěchu Řezníčkovi, CSc. za pomoc při hledání použitých literárních pramenů.

Abstrakt

Bakalářská práce je zaměřena na provedení pedologického průzkumu ve vybraných vinohradech Jižní Moravy. Je dána charakteristika fyzikálních a chemických vlastností půd a obsah živin. Literární rešerše je zaměřena na definování stanoviště (= terroir) révy vinné, kritéria zakládání vinohradů a popis půd typických pro vinohrady. Výsledky pedologického průzkumu ukázaly, že jako typické vinohradnické půdy v České republice lze najít černozemě, hnědozemě i rendziny. Kvalita půdy a obsah živin na sledovaných vinicích klesala v následujícím pořadí: *černozem > hnědozem > rendzina*.

Klíčová slova: *vinohrady, černozem, hnědozem, rendzina*

Abstract

The aim of bachelor thesis is to provide pedological soil survey in selected vineyards in South Moravia region. Characterization of physical and chemical soil properties and nutrients content is given. Introduction is focused on vineyard terroir, criteria of vineyard foundation and soil types in vineyards. Results showed that mainly Chernozem, Haplic Luvisol, and Rendzina are typical vineyard soils in the Czech Republic. Soil quality and nutrients content in studied vineyards were decreasing in the following order: *Chernozem > Haplic Luvisol > Rendzina*.

Key words: *vineyards, Chernozem, Haplic Luvisol, Rendzina*

Obsah

1 ÚVOD.....	7
2 CÍL.....	8
3 LITERÁRNÍ PŘEHLED	9
3.1 Zakládání vinohradů.....	9
3.1.1 Volba stanoviště	9
3.1.2 Povolení k výsadbě vinice	11
3.1.3 Úprava pozemku před výsadbou	13
3.1.4 Terénní úpravy.....	13
3.1.5 Terasování	14
3.1.6 Zelený úhor.....	15
3.1.7 Rigolace	16
3.1.8 Hloubkové kypření	18
3.2 Kvalita půdy ve vinohradech	18
3.2.1 Půdy českých vinařských oblastí.....	22
3.2.2 Degradční procesy půd vinohradů	22
3.2.3 Způsoby ošetřování půd vinohradů	22
3.2.4 Mechanické utužení půd vinohradů.....	23
3.3 Požadavky vinné révy na živiny	24
3.3.1 Příjem živin révou vinnou	24
3.3.2 Požadavky vinné révy na makroelementy	26
3.3.3 Požadavky vinné révy na mikroelementy.....	37
4 MATERIÁL.....	41
4.1 Objekt studia	41
4.1.1 Stanoviště 1	41
4.1.2 Stanoviště 2	42
4.1.3 Stanoviště 3	44
5 METODY STANOVENÍ PŮDNÍCH VLASTNOSTÍ	46
5.1 Stanovení zrnitostního složení půdy	46
5.2 Stanovení aktivní půdní reakce	47
5.3 Stanovení výměnné půdní reakce.....	48
5.4 Stanovení obsahu organického uhlíku	49
5.5 Frakcionace humusových látek	50
5.6 Stanovení obsahu živin dle Mehlich III	51
5.7 Stanovení specifické elektrické vodivosti vodního výluhu půdy.....	52

6 VÝSLEDKY A HODNOCENÍ	53
6.1 Rendzina modální na slínu	53
6.2 Hnědozem antropická na spraši	55
6.3 Černozem karbonátová na spraši	57
7 DISKUSE.....	59
8 ZÁVĚRY	61
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	62
Odborné monografie	62
Odborné články	65
Elektronické zdroje	67
Judikatura	68
SEZNAM ZKRATEK	68
SEZNAM TABULEK	69
SEZNAM OBRÁZKŮ	71

1 ÚVOD

Na výměře ZPF Jižní Moravy mají vinice velké zastoupení, a to skoro 5%. K 31.12.2015 má ČR produkční potenciál 19 633,45 ha vinic, z toho, po odečtení státní rezervy, vykloučených vinic a ploch s právem na opětovnou výsadbu tvoří 17 677,85 ha vinice obhospodařované. A výměra plodících vinic se zvyšuje - v roce 2016 byly podány žádosti na opětovnou výsadbu 178 ha, což znamená vyčerpání kvóty tvořící 1% ze stávající plochy. (eagri.cz) Takto velká plocha představuje významné množství často té nejúrodnější půdy na Jižní Moravě. Jsou to půdy kterým se nedostává takového každoročního zpracování jako na okolních polích a to může být jak ku prospěchu kvality půdy, tak naopak. Na způsoby obdělávání vinic existuje mnoho názorů, ale každý z nich by měl kromě kvalitní produkce pro výrobu tekutého pokladu obsahovat i udržitelné využívání půd představující bohatství pod réвовými keři.

Vinařská moudrost: „*Vinohradu netřeba modlitby, ale motyky.*“

Vinice i s nimi spojená architektura sklepů a drobných sakrálních staveb mají významný vliv na vzhled místní krajiny (viz obr. 1). A tedy nejen z důvodů praktických pro zemědělskou produkci a ochranu půdy, ale i bližšího poznání přírody. V této práci se zabývám zdravím a kvalitou nejdůležitějšího lidského vlastnictví, a to stanovením fyzikálních a chemických vlastností půd v této oblasti, jejíž Rozsáhlé, do úhledných řad aranžované pozemky jsou obecně známé všem, kdo někdy na Jižní Moravu zavítal, ať už ze světských důvodů, nebo obdivovat místní slunce v láhvi.



Obr.1: Vinohradnictvím poznamenaná krajina Jižní Moravy (janmiklin.cz)

2 CÍL

Cílem bakalářské práce je provést pedologický průzkum na vybraných vinicích Jižní Moravy. U odebraných půdních vzorků bude standardními analytickými metodami stanoven obsah živin, půdní reakce, vodivost půdního výluhu, množství a kvalita humusových látek a zrnitostní složení půdy. Vyhodnocené výsledky budou porovnány mezi jednotlivými stanovišti a nakonec i s dostupnou literaturou. Vlastnímu průzkumu bude předcházet vypracování literární rešerše na téma: kvalita půdy ve vinohradech, zakládání vinohradů a požadavky vinné révy na živiny.

Bakalářská práce byla vypracována s podporou NAZVA (MZe) projekt QJ 1210263 "Agrochemická opatření ke snížení vodní eroze na orné půdě s využitím zapravení organické hmoty".

Data byla naměřena na přístrojovém vybavení financovaném z projektu OP VaVpl CZ.1.05/4.1.00/04.0135 „Výukové a výzkumné kapacity pro biotechnologické obory a rozšíření infrastruktury“.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Zakládání vinogradů

3.1.1 Volba stanoviště

Stanoviště révy vinné se ve spojení s „románským“ způsobem klasifikace vín běžně označuje pojmem *terroir*. Podle Pavlouška (2009, 2001 a 2011a) *terroir* představuje stanoviště pro pěstování se všemi faktory, které na révu vinnou v přírodních podmínkách působí. Těmi nejdůležitějšími složkami *terroir* jsou geologické podloží, z něj vyplývající půdní předpoklady, topografické parametry a klima. Obecně tedy pro produkci vína ve vysoké kvalitě je zásadním výběr vhodného stanoviště, jeho topografické, mineralogické a fyzikální podmínky a lze říct, že nejlepší *terroir* všeobecně jsou na svazích. Tyto pozemky umožní předejít poškození orgánů révy vinné jarními mrazy a mrazy přicházejícími během zrání hroznů. Význam mají svahovité pozemky také z hlediska příjmu slunečního záření, a to jak kvůli mikroklimatu listové stěny, tak i kvůli ohřívání půdy a zlepšení jejich drenážních vlastností (Pavloušek, 2011a, b, c). Podle Van Leeuwena (1995, In: Pavloušek, 2011c) se nejlepší viniční půdy nachází přibližně v polovině svahu. V horní části jsou půdy většinou příliš mělké a zhoršuje se tím zakořeňování révy. Ve spodní části svahu jsou naopak půdy hluboké a bohaté na živiny. Takové půdy zvyšují intenzitu růstu révy a výnos a zhoršují kvalitu hroznů. Sittlera (1995) zkoumal vztah mezi geologickým podložím, resp. matečné horniny a *terroir* a uvádí, že textura matečné horniny určuje pórovitost a propustnost, jež mají stejný význam pro pěstování vinné révy jako klimatické faktory. Významné je rovněž minerální složení půd, protože určuje obsah důležitých anorganických živin. Půdní reakce (kyselá nebo alkalická) je zase podstatná pro dostupnost živin, půdní chemismus, ale ovlivňuje i propustnost půdy a tvorbu drobtovité struktury půdy. Hydrologické poměry, např. propustnost, mají význam pro zásobování révy vodou, rozpouštění minerálních látek a tvorbu půdy. Matečná hornina funguje nejen jako zdroj živin, ale její textura, barva a obsah skeletu (kamenitost) ovlivňují i tepelné poměry v půdě. Např. kameny složí jako zásobníky tepla v noci, kdy klesá teplota okolí (Pavloušek, 2011a). Autor za vhodné považuje rovněž půdy s tmavou barvou povrchu a vysokým obsahem humusu, které taktéž dobře akumulují teplo, a jsou vhodné především pro modré odrůdy révy vinné. Pro bílé odrůdy považuje za vhodnější světlé půdy s vysokým obsahem vápence. Bodin a Morlat (2006) doplňují, že stupeň zvětrání matečné horniny ovlivňuje hloubku půdy a obsah jílovitých minerálů, které působí

na kvalitu pěstované réva i vína. Jackson (2008, s. 241) uvádí, že co se týče hlediska mechanického složení půdy, těžké půdy neumožňují správnou aeraci během vlhka a dostatečný průnik kořenového systému révy do hloubky, a kořeny révy se vyvíjejí zejména v povrchových vrstvách půdy, což vystavuje rostliny značnému stresu hlavně během suchých období. Naopak zrnitostně lehké půdy jsou dobře provzdušněné a nehrozí u nich riziko přemokření. I když jsou schopny poutat a zadržovat méně vody než těžké, kořenový systém révy na nich pěstované má možnost, pokud to umožňuje hloubka půdního profilu, dosáhnout na hladinu podzemní vody. Glos (2011) zmiňuje ojedinělé případy, kdy kořeny révy prorostly až do hloubky 20 m. Seguin (1986) popisuje průnik kořenů révy vinné do hloubky 5 – 7 m (lehké půdy, písčité a hlinitopísčité) a 0,3 – 0,7 m (půdy těžké, jílovié). Jackson (2008) považuje z hlediska půdní textury za výhodná stanoviště i ta s vysokým obsahem skeletu, a to kvůli jejich schopnosti vyzařovat v noci přes den absorbované sluneční záření ve formě tepla, což pro révu znamená ochranu před mrazy i rychlejší vyžrávání hroznů. Obsah skeletu sledoval Konůpka (1953) a rozdělil vinařské půdy na *kvalitní*, které podle něj mohou mít až 75 % menších úlomků (skeletu) a jsou tedy dobře a rychle prohřívány a hodí se k pěstování nejlepších moštových odrůd za účelem výroby špičkových vín. Dále vyčleňl půdy *kvantitní*, kterými jsou dostatečně vlhké hlinité, písčitolhinité a hlinitopísčité půdy s vysokým obsahem humusu. Tyto poskytují vysoké výnosy na úkor jakosti hroznů. Přejechod mezi kvalitními a kvantitními vinařskými půdami označil jako tzv. *střední vinařské půdy*. Vyzdvihl i význam písčitých půd, které obsahují v souvislé vrstvě alespoň 60 % křemene a jsou vhodné pro pěstování révy vinné. Na takovýchto půdách podle něj nežije kořenová forma révokaza a lze zde vysazovat révu neštěpovanou na americkou podnož, pravokořenou - tyto půdy nazývá půdami *imunními*. Je však třeba brát toto označení, vzhledem k ročníku vydání knihy, s rezervou a řídit se současným rozšířením révokaza. White (2009) popisuje jako stanoviště s vysokým produkčním potenciálem pro révu půdy na vyvělinách, a to zejména na čedičích, diabasech, relativně nezvětralých břidlicích a produktech jejich metamorfózy a aluviálních sedimentech z nich odvozených, na měkkých matečních horninách, které nevytváří překážku pro růst kořenů. Rovněž sem zahrnuje půdy na hlubokých, dobře strukturovaných jílovitohlinitých půdách s velkou vodní jímavostí a nízkým obsahem skeletu, s pH 5,5-7,5, bez výměnného Al a zasolení, s vysokým podílem organické hmoty. Naopak za stanoviště s nízkým produkčním potenciálem považuje ta na konglomerátech, pískovcích či břidlicích a jejich metamorfitech s malým podílem zvětratelných minerálů, na tvrdých

matečních horninách, na mělkých písčitých nebo písčitohlinitých půdách s vysokým podílem skeletu a nízkou vodní jímavostí. Dále to jsou kyselé, či zasolené zásadité půdy s nízkým obsahem organické hmoty, s mělkým profilem a nízkou zásobou dusíku, bezstrukturní půdy a půdy zamokřené. Klimatickým a půdním podmínkám vybraného pozemku je tedy nutno přizpůsobit i výběr vysazované odrůdy či klonu révy dle jejích požadavků. Na obrázku 2 je vinice Hemersdorfen (Levá Bavorská), svah (25 %) jižní expozice, lokalita Perná (ČR).



Obr. 2: Typicky volené stanoviště révy vinné
(galavinarstvi.cz)

3.1.2 Povolení k výsadbě vinice

Pro výsadbu nové vinice je podle zákona č. 321/2004 Sb. o vinohradnictví a vinařství a o změně některých souvisejících zákonů, v platném znění, nutné získat povolení nové výsadby a i pro obnovu vinice je od 1. srpna 2014 potřeba získat obdobné povolení pro opětovnou výsadbu. Povinnost ukládá nařízení vlády č. 142/2014 Sb., o stanovení bližších podmínek při provádění opatření společné organizace trhů se zemědělskými produkty v oblasti vinohradnictví a vinařství, ve znění pozdějších předpisů, které se svými novelami uvádí nové možnosti získání finanční podpory na restrukturalizaci a přeměnu vinic, jako je i přesun vinice do svahu, nebo změna odrůdové skladby vinice. Povolení vydává odbor trvalých kultur Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského, přičemž jeho registraci podle zákona o vinohradnictví a vinařství nemusí podléhat vinice o výměře do 10 arů, pokud víno z ní není uváděno do oběhu. Obrázek 3 prezentuje vzor žádosti o udělení práva na opětovnou výsadbu předkládané před ÚKZÚZ.

Žádost o udělení práva na opětovnou výsadbu

<p>1. Jméno, příjmení, titul/Obchodní firma nebo název:</p> <p>2. Ulice:</p> <p>3. Obec, PSČ:</p> <p>4. RČ/IC:.....</p> <p>5. Telefon:.....</p> <p>6. E-mail:.....</p> <p>7. Datum:.....</p> <p>8. Razítko a podpis:.....</p>	<p>Kontaktní osoba:</p> <p>9. Jméno, příjmení, titul:</p> <p>10.</p> <p>Telefon:.....</p> <p>11. E-mail:.....</p>
<p>Úřední záznamy:</p> <p>Došlo dne:</p> <p>Vyřizuje:</p> <p>Čj.:</p> <p>razítko, podpis:</p>	

Údaje o vinicet*):				
12. Registrační číslo	13. Obec	14. Katastrální území	15. Název viniční trati	

16. Rok vyklučení vinice:
17. Požadovaná plocha (v m²):
18. Počet příloh**):.....
19. Žádám o udělení práva na opětovnou výsadbu podle § 9 odst. 1 písm. a) zákona / podle § 9 odst. 1 písm. b) zákona***)

*) V případě žádosti podle § 9 odst. 1 písm. a) zákona se uvádí registrační číslo vyklučené vinice, případně vinic, ze které pochází právo na opětovnou výsadbu, o jehož udělení žadatel žádá. V případě žádosti podle § 9 odst. 1 písm. b) zákona se uvádí registrační číslo stávající vinice, případně vinic, ze které má pocházet právo na opětovnou výsadbu, o jehož předběžné udělení žadatel žádá. Údaje o vinici doloží žadatel výpisem z katastru nemovitostí.

**) Přílohou žádosti podle § 9 odst. 1 písm. b) zákona je písemný závazek žadatele, že do tří let od uplatnění uděleného práva na opětovnou výsadbu vyklučí vinici, ze které právo pochází a platný doklad o vlastnictví pozemku, na němž se nacházela vyklučená vinice nebo nachází vinice určená k vyklučení. Nemá-li žadatel vlastníkem pozemku, na němž se nachází vinice, která byla nebo bude klučena, je nutný též písemný souhlas vlastníka s kloučením vinice a s převodem práva na opětovnou výsadbu na žadatele.

***) Nehodící se škrtněte.

Žádost podle § 9 odst. 1 písm. b) zákona může být vyhověno, pouze v případě, že pěstitel nedisponuje dostatečným právem na opětovnou výsadbu.

Udělení práva na opětovnou výsadbu podle § 9 odst. 1 písm. b) zákona je podmíněno složením jistoty Státnímu zemědělskému intervenčnímu fondu.

Obr. 3: Žádost o udělení práva na opětovnou výsadbu (beck-online.cz)

3.1.3 Úprava pozemku před výsadbou

Jedná se hlavně o likvidaci staré výsadby vinné révy. Pozemek se nejprve zbaví větších kamenů a případného porostu dřevitých rostlin, včetně pařezů a kořenů, či opěrných konstrukcí původního vinohradu. Klučení (= odstranění starého dřeva po původní vinici) je vhodné provést do konce roku, protože v něm přežívají houbové patogeny způsobující chřadnutí a odumírání révy. Toto dřevo je proto nutné odstranit a pokud možno spálit, rozhodně nemulčovat či nedrtit přímo ve vinici, z důvodu uvolňování spor houbových patogenů (Kraus 2010, Hloušek, 2014, Pavloušek, 2014). Na obrázku 4 je znázorněno klučení staré vinice za pomoci stroje vytrhávajícího seříznuté keře i s kořeny ze země.



Obr. 4: Klučení vinohradu pomocí mechanizace (pemag.cz)

3.1.4 Terénní úpravy

Podle Krause (2010) se rovinné pozemky, nebo pozemky se sklonem do 15 % upraví buldozerem tak, aby se terénní vlny přesunuly do proláklín. Jinak by nerovnosti komplikovaly mechanické obdělávání a prolákliny by svým zamokřením ohrožovaly révu chlorózou. Důležitá je i minimalizace vodní eroze, a to odvodem dešťové vody jak ze svahu nad vinicí, tak z vinice samotné. K tomu mohou posloužit cesty vedené podél vrstevnic a mírně spádované do zatravněné či betonované svodnice vedené po spádnici. Podle Sedla (1994) slouží sběrné příkopy budované po spádnici a navazující na záchytné příkopy budované ve směru vrstevnic k šetrnému odvedení vody ze svahu vinice. Je podle něj také z hlediska zásad tvorby krajiny dobré nevytvářet monokulturu vinné révy, ale ve větších ucelených plochách ponechat ostrůvky pro úkryt zvěře a po okrajích ponechat, případně vysázet stromy a křoviny. Obrázek 5 ilustruje důsledky sesuvu terasového svahu a vodní erozi (13. 09. 2014, Sedlec u Mikulova, ČR).



Obr. 5: Důsledek eroze svahu ve vinici (me.vumop.cz)

3.1.5 Terasování

Na pozemcích o sklonu větším než 15 % je možné výrazně upravit podmínky obdělávání vybudováním zemních teras. V ČR je na zemních terasách vysázeno téměř 1400 ha vinic, což představuje asi třetinu všech zemních teras Česka. Nejvíce terasových vinic je v okresech Břeclav (600 ha) a Hodonín (350 ha). Terasový svah může být zpevněn vegetací nebo stabilizován opěrnou zdí, doplňkovými objekty teras mohou být bermy v terasových svazích, obratiště, drenážní odvodnění, protierozní příkopy, polní cesty, sjezdy a výjezdy. Podélný sklon terasové plošiny se doporučuje 1 – 3 %, příčný sklon plošiny může směrem k patě výše položeného svahu stoupat, klesat, nebo může být nulový a to především v závislosti na hydrologických podmínkách na půdním bloku (Dumbrovský, 2012). Při výstavbě teras je nutno přihlížet k hloubce původního půdního profilu, aby v místě výkopu nezůstal nad matečnou horninou příliš mělký profil. Případné vyčnívající spodní horizonty je podle Vaňka a kol. (2012) nutno rozrušit a zeminu promísit. Sedlo (1994) pak z ekologického hlediska vítá budování suchých opěrných zdí v terasových svazích, přičemž poskytují úkryt různým živočichům a také pomáhají udržovat ve vinici teplo. Podle něj tyto zdi do vinic od pradávna patří, ale upozorňuje na nutnost údržby a s tím spojené náklady. Na obrázku 6 je vinice pěstovaná na zemních terasách v obci Hnízdo na Znojemsku (ČR).



Obr. 6: Vinice na terasách v obci Hnízdo (hotelhappystar.cz)

3.1.6 Zelený úhor

Podle Vaňka (2003) je třeba na pozemku po vyklučení starého vinohradu a provedení podmítky alespoň 2 – 3 roky pěstovat vhodné meziplodiny a tím předcházet nebezpečí únavy půdy. Po vyklučení vinohradu silně zatíženého virózy doporučuje tento půdní odpočinek prodloužit i na 5 let. U révy vinné podle něj nehrozí tzv. specifická únava půdy způsobovaná vylučováním kořenových exudátů či z vyčerpání živin. Spíše hrozí

tzv.

nespecifická – organismová únava v důsledku přemnožení mikroorganismů v místě původního vinohradu, která je zde běžně po dlouhou dobu (25 let i více). Sedlo (1994) doporučuje k osetí pozemku během odpočinku hlavně vojtěšku a jiné motýlkovité rostliny. Vrabec (2010) považuje za vhodné střídání luskovino-obilné směsi (oves, žito, peluška, hrách) se svazenkou a hořčicí, případně s jinými druhy bylin vhodnými k zelenému hnojení a to i během jedné vegetace. Podle něj je cílem tohoto osevního postupu zvednout obsah organické hmoty v půdním horizontu až k hranici tři procent. Na možnost pěstovat rostliny na zelené hnojení ve dvou sledech během jednoho vegetačního roku poukazuje i Vaněk a kol. (2012). Podle něj porost ozimé obilniny s řepkou či hořčicí ponechaný na svažitém pozemku přes zimní a brzké jarní období příznivě omezuje erozi. Na otázku podzimního klučení původní vinice a jarní výsadby hned v následujícím roce

odpovídá Pavloušek (2014) a uvádí, že na základě průzkumu mezi vinohradníky je i takovýto postup možný a neprojevuje se nijak negativně na vinici. Autor však upozorňuje na velký význam zásobnímu hnojení a organickým hnojivům. Rovněž zdůrazňuje, že výsadba ve 2. roce po klučení má časté problémy s ujetelností sazenic a jejich zapěstování kmínku je zdlouhavé. Za optimální proto považuje tříletý cyklus přípravy půdy zeleným hnojením s následným provedením půdního rozboru a zásobním hnojením. Na obrázku 7 je ukázka výsevu druhově bohaté směsi vhodné k ozelenění meziřadí již plodící vinice v bio produkci.



Obr. 7: druhově bohatá směs bylin (ekovin.cz)

3.1.7 Rigolace

Mnoho autorů považuje za důležitou před výsadbou úpravu pozemku pro vinici rigolování. Hloušek (2014) doporučuje po posledním zapravení hnojiv provést rigolaci 4 – 5 měsíců před jarní výsadbou. Kořeny se do požadované hloubky dostanou druhým či třetím rokem, pak by měl nastat bouřlivý vývoj. Rigolaci je podle něj důležité provádět za optimálních vlhkostních a teplotních podmínek, aby se nedostávala zmrzlá povrchová vrstva do brázdy, přičemž rigolace na jaře před výsadbou může způsobit potrhání mladých zapojených kořínků sedající zeminou. Pokud je rigolace provedena s alespoň ročním předstihem, hrozí nadbytečné náklady na mulčování z důvodu zapelevelení pozemku. Vaněk (2003) považuje za minimální hloubku rigolace 80 cm a humózní horizont se tím podle něj dostane do hloubky 30 – 80 cm, kterou označuje jako kořeny révy nejvíce vy-

užívanou. Za důsledky rigolace považuje obnovu půdní struktury, provzdušnění a přípravu hluboké kořenové sféry pro optimální využití vláhy. Stávek (2011) popisuje praxi rigolace jako více než metr hluboké zapravení úrodné ornice obohacené o vermikompost se současným vyzvednutím plevelů a semen prostého podorničí s příměsí zvětrávající mateční horniny na povrch, kde je po dobu 1 – 2 sezón řešena otázka náletového zaplevelení. Hlušek a kol. (2015) označuje rigolaci za narušení půdotvorného procesu. Vrstvy půdy se podle něj při zásahu vzájemně mísí a homogenizují, vzniká jednotný půdní horizont umožňující rozvoj kořenové soustavy hned v prvních letech, přičemž réva se rychle vyvíjí a brzo vstupuje do plodnosti. Rigolaci vidí jako přínosnou hlavně pro strukturní a těžké jílovité půdy, jejichž příjem živin a vody dosáhne zlepšení. Takto zpracované půdy se podle něj označují termínem „*rigosol*“. Kraus (2010) a Vrabc (2014) vidí jako důsledek rigolace degradaci úrodné vrstvy půdy vlivem následného utužení a počátečnímu přílišnému nakypření půdy připisuje rychlé prosychání, nevhodné pro mladé sazenice se nedostatečně vyvinutým kořenovým systémem. Toto nebezpečí letního strádání sazenic suchem hrozí podle Hluška a kol. (2015) při provádění rigolace na jaře a je minimalizováno jejím provedením na podzim, po kterém půda zůstává přes zimu v hrubé brázdě, je nasáknuta vodou, řádně promrzá a může dostatečně ulehnout. Kraus (2010) označuje za dostatečné opatření pro provzdušnění a nakypření hlubokou orbu, která také umožňuje zapravit do spodních vrstev půdy málo pohyblivé živiny, především *P*, *K* a *Mg*, bez čehož by se do hloubky později dostával jen v půdě lehko pohyblivý dusík, který by réva přijímala jednostranně jako nevyrovnanou výživu, což by mohlo vést k poruchám růstu i plodnosti. Na obrázku 8 je ukázka moderního rigolačního pluhu s dobře patrnou hloubkou záběru, k vyzdvižení půdy z *B* horizontu.



Obr. 8: Použití rigolačního pluhu (pemag.cz)

3.1.8 Hloubkové kypření

Rigolace se doporučuje hlavně na silně utužených půdách se špatnou půdní strukturou a potřebou hlubokého zapravení většího množství organických hnojiv. Je nutné hlavně přihlížet k výsledkům půdní sondáže a rozborů. Na půdách odpovídající struktury a obsahu humusu a živin se doporučuje provést hloubkové prokypření do hloubky 30 – 50 cm. Nedochozí k mísení biologicky aktivních půdních vrstev, což je považováno za výhodu do budoucna. Hloubkové kypření půdu provzdušní a odstraní zejména utužení po jezdových kolejích a na středních a lehkých půdách se používá častěji než rigolace. Má pozitivní vliv na půdní strukturu, nižší energetickou náročnost a však vody, jako i její redistribuci v kořenové zóně, což zajišťuje dobré podmínky pro růst sazenic. Nejvhodnějším obdobím jeho provedení je podzim, ihned po vyklučení původní vinice, případně jaro, jakmile to dovolí vlhkostní poměry. Hloubkové kypření příliš vlhké půdy může vést k většímu utužení a zmrzlé nebo sněhem pokryté půdy zpomaluje její oteplování na jaře, což může negativně ovlivnit tvorbu kořenů (Pavloušek, 2011 a 2014). Vrabc (2014) například rigolaci celkově vylučuje a popisuje kypření a obnovení půdní struktury bez přepracování půdních horizontů i silně utužených půd a to až do hloubky 110 cm pomocí dozeru s 1 – 2 hrotovým rozrývačem, který provede kypření ve dvou na sebe kolmých směrech přejezdu a při vysokém počátečním utužení i s třetím přejezdem v diagonálním směru, přičemž nejdříve by se měl pozemek přejíždět kolmo na vrstevnici.

3.2 Kvalita půdy ve vinohradech

Charakteristika chemických vlastností půdy a obsahu živin je podle Pavlouška (2011a) základní součástí přípravy půdy před výsadbou vinohradu. Dokáže zaručit, že půda netrpí půdní únavou způsobenou dlouholetým monokulturním čerpáním živin a je dostatečně živinami zásobena. Rozbor půdy musí být proveden odděleně ve dvou hloubkách (horizonty **A** a **B**). Je nutno zohledňovat i proměnlivost svažitých pozemků a odebírat vzorky ze spodní, střední i horní části svahu. Hodnotí se půdní reakce, obsah humusu, obsah makro prvků *K*, *P*, *Mg*, *Ca*, obsah uhličitánů apod. Například je dobré sledovat příznaky nedostatku mikro prvků. V tabulce 1 uvádíme hodnocení obsahu přístupných živin ve vinohradech podle Mehlicha III (Hlušek a kol., 2015).

Tabulka 1: Hodnocení obsahu přístupných živin ve vinohradech podle Mehliča III (Hlušek a kol., 2015)

obsah	fosfor [mg.kg⁻¹]		
nízký	do 55		
vyhovující	56-100		
dobrý	101-170		
vysoký	171-245		
velmi vysoký	nad 245		
obsah	draslík [mg.kg⁻¹]		
	půda		
	lehká	střední	těžká
nízký	do 100	do 125	do 180
vyhovující	101-220	126-250	181-310
dobrý	221-340	251-400	311-490
vysoký	341-500	4001-560	491-680
velmi vysoký	nad 500	nad 560	nad 680
obsah	hořčík [mg.kg⁻¹]		
	půda		
	lehká	střední	těžká
nízký	do 80	do 105	do 170
vyhovující	81-180	106-225	171-300
dobrý	181-320	226-365	301-435
vysoký	321-425	366-480	436-580
velmi vysoký	nad 425	nad 480	nad 580

Půdní analýzy mají napomoci i k rozhodování o dalším mechanickém zpracování půdy. Réva vinná podle Vaňka a kol. (2012) vzhledem k rozložení kořenového systému potřebuje přísun živin i z hlubších horizontů a po výsadbě vinice už je tak hluboké zapravení málo pohyblivých živin obtížné. Z toho důvodu je podle něj nutné věnovat náležitou pozornost hnojení před výsadbou. Mimo aplikaci organických hnojiv, jako je kompost či hnůj, za účelem zvýšení obsahu organické hmoty, je dobré používat už před zaorávkou rostlin zeleného hnojení vápenec či dolomit pro úpravu půdní reakce a následně i P a K hnojiva. Vápnění vápencem, případně dolomitickým vápencem s obsahem Mg je podle něj možné provést nejpozději až při rigolaci, vyhnojení půdy fosforem a draslíkem však podle něj vyžaduje opakovanou aplikaci po dobu několika let. Je podle něj však nutné brát ohled na poměr draslíku a hořčíku v půdě, a za výhodnou považuje kombinaci NP hnojiv na bázi fosforečnanu amonného se zeleným hnojením, která podle něj zvyšuje účinnost organického hnojení i působení fosforu v půdě. Tabulka 2 obsahuje doporučené

dávky fosforu, draslíku a hořčíku pro vinice před výsadbou (Trávník a kol., 2012). Spodní hranice uváděného množství označuje dávku pro lehké půdy, horní hranice dávku pro půdy těžké.

Tabulka 2: Doporučené dávky fosforu, draslíku a hořčíku pro vinice před výsadbou (Trávník a kol., 2012)

obsah živiny v půdě	dávka P ₂ O ₅ (P) [kg.ha ⁻¹]		dávka K ₂ O (K) [kg.ha ⁻¹]		Dávka MgO (Mg) [kg.ha ⁻¹]
	před výsadbou	po výsadbě	před výsadbou	po výsadbě	
nízký	800-1500 (350-650)	80-150 (35-65)	900-100 (747-996)	150-200 (125-166)	80-120 (48-72)
vyhovující	400-800 (175-350)	60-100 (26-44)	600-800 (498-664)	100-150 (83-125)	50-80 (30-48)
dobrý	200-400 (87-175)	40-80 (17-35)	200-400 (166-332)	80-120 (66-97)	30-50 (18-30)
vysoký	0	0	0	0	0

Na obrázku 9 je ilustrován odběr neporušeného půdního vzorku za účelem stanovení fyzikálních a hydrofyzikálních vlastností půdy.



Obr. 9: Odběr neporušeného půdního vzorku (hydropedologie.agrobiologie.cz)

Podle Pavlouška (2011a) je optimální hodnota pH viničních půd 6,0 – 6,5 pro písčité půdy, 6,5 – 7,0 pro hlinité a 6,8 – 7,2 pro půdy jílovité. Dávka vápenatých hnojiv se podle Hluška a kol. (2015) stanoví pro hloubku 60 cm, kterou považuje za hloubku rigolace. Dávka potřeby vápnění se vypočítá podle tabulky 3, která uvádí meliorační dávky CaO [t.ha⁻¹]. Podle Sedla (1994) je většina viničních půd draslíkem a fosforem přehnojena. Za ekologicky vhodné považuje doplnit zelené hnojení a hnojení organickými hnojivy horninovými moučkami vulkanického původu, zvápenatělých řas či dolo-mitického vápence. V tabulce 3 jsou uvedeny meliorační dávky vápna.

Tabulka 3: Meliorační dávky CaO podle Hubáčkové (in Hlušek, 2015)

hodnota pH/KCl	půdní druh				
	písčítá	písčitohlinitá	hlinitá	jílovitá	
4,5	1	6	11	14	
4,6					
4,7		5	9	12	
4,8					
4,9					
5,0					
5,1		4	8	10	
5,2					
5,3	0,6-0,8	3	6,8	7	
5,4					
5,5		5	6		
5,6					
5,7	0,4-0,6	2	4	5	
5,8					
5,9		1	3	4	
6,0					
6,1		0,6-0,8	2	3	
6,2					
6,3					
6,4					
6,5		0,4-0,6	1	2	
6,6					
6,7			0,6-0,8	1	
6,8					
6,9					0,6-0,8
7,0					

3.2.1 Půdy českých vinařských oblastí

Jandák (2014) uvádí jako typickou půdu vinogradů u nás *černozem*. Za druhý nejčastější půdní typ vinic označuje *hnědozem*, jejichž značné plochy se nachází ve Slováccké vinařské podoblasti. Dále následují *regozemě modální* (hlinité), nacházející se ve všech vinařských oblastech a *regozemě arenické* okresů Mělník a Hodonín. Rovněž *pararendziny*, typické především pro Mělnické a Litoměřické, výjimečně i Slováccké podoblasti. Dále *smonice* v souvislém celku v okolí Chomutova a na nesouvislých plochách na levém břehu Svratky a Dyje v úseku od Šaratic po Velké Bílovice. Typické jsou taktéž *rendziny* s malým výskytem ve vinohradech vyšších poloh Pavlovských vrchů a ve Středočeském krasu v okolí Berouna. Výjimečně to jsou i *kambizemě* a to především v Mělnické a Litoměřické oblasti.

3.2.2 Degradální procesy půd vinogradů

Vzhledem k tomu, že je převážná část vinic ve svazích, je podle Hluchého (2014) už na první pohled zřejmě nejrozšířenějším degradačním procesem viničních půd vodní eroze. Dalším významným procesem je acidifikace a debazifikace půd, degradace fyzikální struktury, jejich znečišťování cizorodými látkami jako rezidui pesticidů a těžkými kovy s původem v těchto pesticidech i v minerálních hnojivech, úbytek organické hmoty a výsledná biologická degradace

3.2.3 Způsoby ošetřování půd vinogradů

Degradální procesy jako eroze, degradace fyzikální struktury vlivem pojezdu mechanizace a úbytek organické hmoty mohou být umocněny především způsobem ošetřování půd černým úhorem, který spočívá v podzimním přiorávání keřů a orbě meziřadí. Celoplošný černý úhor se podle Pavlouška (2010a, b) postupně z vinic vytrácí i z důvodu přechodu vinogradníků z konvenčního systému produkce do systémů integrované či biologické produkce, ve kterých vinogradníci dosahují i na vyšší dotace. Autor dále uvádí, že nejčastěji se ve vinicích aplikuje systém ozelenění přes řádek, při kterém se vždy v určité části pozemku pracuje s černým úhorem. Černý úhor ale doporučuje především do mladých výsadeb a do oblastí s nedostatkem srážek, neboť v suchých ročnicích hrozí nebezpečí zintenzivnění snižování obsahu humusu v závislosti na provzdušňování půdy častým zpracováním půdy. Pokud máme ve vinici černý úhor tak doporučuje používat alespoň sezónní ozelenění spočívající ve spontánním ozelenění koncem července či začátkem srpna, či ve výsevu zimní směsky v polovině srpna až na začátku září. Tento typ podle něj chrání povrch půdy přes zimu, snižuje vymývání dusíku a jeho mineralizaci

na podzim a v zimě a zapravení biomasy do půdy na jaře podporuje zásobování živinami. Z toho důvodu doporučuje ozelenění rostlinami s rychlou tvorbou organické hmoty. Krasus (2010) taktéž zdůrazňuje význam černého úhoru, který má především zabránit zbytečné evapotranspiraci z meziřadí. Doporučuje ho ale jen v oblastech s ročním úhrnem srážek alespoň 700 mm. Ozelenění přes řádek je podle něj možné používat v oblastech s úhrnem alespoň 500 mm. Podle Hluchého (2012 a 2014) začali první vinaři se zatravněním a ozeleňováním půdy vinic už před více než 25 lety. Zmiňuje také způsob ozelenění příkmenného pásu, především z důvodu ochrany před agresivními plevele, a to směsí suchovzdorných kostrav a jetele lučního, přičemž upozorňuje na skutečnost, že i tato nenáročná směs révě konkuruje a doporučuje její založení až po několika letech správné péče o půdu v meziřadích, kdy se zvýší nabídka a mobilita živin, vododržnost půdy a réva se kořenovým systémem přizpůsobí intenzivnímu ozelenění půdy v meziřadí. Jako výhody ozelenění meziřadí vidí mimo ochrany půdy, podpory půdního života, koloběhu a mobility živin a ochranou před zaplevelením i konkurenční tlak na révu, který nutí část jejích kořenů kořenit hlouběji.

3.2.4 Mechanické utužení půd vinogradů

S nárůstem využívání mechanizačních prostředků vinohradníky a rostoucím výkonem a hmotností těchto strojů se stává půdní zhutnění diskutovanějším tématem. V utužených půdách nedochází podle Janulíka (2014) k téměř žádnému růstu vlásečnicových kořenů a může dojít až ke snížení činné plochy kořenového systému. Zemánek a Burg (2007) údajně odhadují počet přejezdů mechanizace řádkem během sezóny na 20 – 33 (Janulík. 2014). Přitom ještě v roce 2005 Burg (2005) odhadoval původně tento počet na 13 – 15. Největší zhutnění půdy se tedy ve vinicích projevuje v oblasti kolejových stop. Největší tlak se na půdu přenáší na kontaktních plochách pneumatik, přičemž na povrchu půdního profilu dochází ke statickému zhutnění půdy a ve větších hloubkách je půdní profil zhutňován plasticky (Burg a kol., 2014). Burg a Zemánek (2007) uvádějí výsledky měření penetračního odporu viniční půdy na dvou stanovištích s ozeleněním přes řádek (střídající se travní pokryv a černý úhor) v katastrálním území Velkých Bílovic, ze kterých vyplývá, že k většímu zhutnění dle očekávání obecně dochází v kolejových stopách přejíždějící mechanizace oproti zhutnění měřenému ve středu meziřadí, přičemž kontrolní měření v ose řádku ukazuje na zhutnění nejnižší. Podle nich zejména zahraniční výzkumné poznatky uvádí, že travní pokryv v meziřadí by měl tlumit intenzitu

zhutnění, avšak výsledky měření tento efekt nepotvrdily, jelikož podle nich je více utuzováno právě meziřadí s travním pokryvem. Na stanovišti s půdou bonitovanou jako černozem karbonátová na slinitých a jílovitých substrátech tak činil nárůst penetračního odporu v kolejových stopách u zatravněného meziřadí 36,5 % a u meziřadí s černým úhorem 22,6 % oproti odporu v ose řádku. U stanoviště na černoze vytvořenou na středně mocné (0,3 – 0,7 m) vrstvě spraši uložené na spraši se odpor zvýšil o 63,4 % v zatravněném a o 56,5 % v kultivovaném meziřadí. Tuto skutečnost dávají za vinu například upřednostňování zatravněných meziřadí pro průjezd strojních souprav během zvýšené vlhkosti nebo snížené možnosti kypření půdy v nich. Podle nich také můžou pokryvné rostliny působit negativně, protože zvýšená vlhkost držící se pod travním mulčem může moderovat přenos kontaktních tlaků i do větších hloubek. Hluchý (2013) pak uvádí výsledky měření utužení na asi 50 různě obhospodařovaných vinicích Jižní Moravy v rámci zhruba 20 podniků, které interpretuje jako zjištění pravidelného, velmi silného utužení v prostoru osy řádku rostlin, počínajícího asi 25 cm pod povrchem. Vzhledem k tomu, že není možné tuto skutečnost přikládat pouze pojezdům traktorů a jiných souprav, ji připisuje spíše obecně nevhodné agrotechnice a nedostatku organické hmoty, v řádku révy pak konkrétně následnému zhroucení půdní struktury se splavováním jílových částic i vlivem retardace biologické aktivity v důsledku skapávání pesticidů z listové plochy. Jako prevenci zhroucení struktury popisuje především opatření vedoucí k rozvoji půdního edafonu, na kterém si mimo jiné zakládá systém biologické produkce. Zlepšení struktury lze podle Hluchého docílit ozeleněním vinohradu druhově bohatou směskou se správným poměrem trav prokořeňujících horních asi 20 cm profilu a hlouběji kořenících dvouděložných bylin, které ho prokořeňují do 60 – 90, výjimečně i 120 cm. Janulík (2014) považuje za vhodný způsob odstranění utužení hloubkové kypření meziřadí, jehož výhodu vidí v možnosti současného přihnojení, a to i hloubkové aplikace organických hnojiv, zejména prosévaných kompostů.

3.3 Požadavky vinné révy na živiny

3.3.1 Příjem živin révou vinnou

Rostliny révy vinné množené vegetativně ve šlechtitelském procesu mají kůlový kořen. Ušlechtilá réva určená pro výsadbu ve vinicích je množena vegetativně štěpováním na rezistentní podnožové řízky. Podnožový řízek je 35 – 50 cm dlouhý a na jeho kmínku se vytváří tři typy kořenů a to hlavní (patní), vedlejší a rosné (povrchové). Hlavní kořeny vyrůstají z bazální části kořenového kmene a mají schopnost dorůstat délky i několika

metrů, v závislosti na půdě, matečné hornině a hladině podzemní vody. Rostou směrem ke zdroji vody, čímž zabezpečují přísun vláhy z hlubších vrstev půdy. Při výsadbě by měla sazenice mít už 3 – 5 hlavních kořenů. Vedlejší kořeny se tvoří až po výsadbě, obsahují značný objem kořenového vlášení pro příjem vody a živin. Těsně pod povrchem půdy se rozrůstají rosné kořeny, které mohou růst z podnožového kmínku nebo i z části ušlechtilé odrůdy. Pokud se rosné kořeny v letech po výsadbě pravidelně neodstraňují, může rostlina zakořenit jen mělce a při delším rozvoji hrozí, že se réva stane pravokořenou a tedy napadnutelnou kořenou formou révokazu (Pavloušek, 2011a). Kořenové vlásky široké průměrně 10 mikrometrů a žijící 10 – 12 dní představují až 60 % z celkové plochy kořenového systému, jehož největší hmota se obvykle nachází v hloubce 0,3 – 0,4 m. Nejtenčí kořeny, které většinou slouží k příjmu živin, se pak podle něj nachází především v hloubce 0,1 – 0,6 m a pro produkci kvalitních hroznů by poměr počtu kořenů s průměrem nad 2 mm k počtu těch s průměrem pod 2 mm měl být alespoň 3,5. Richter (2004) uvádí, že rostliny pomocí kořenů přijímají živiny ve formě malých molekul bez elektrického náboje, nebo jako kladně či záporně nabitě ionty. Obvykle pak kořeny vyměšují do okolí organické i anorganické látky, kterými ovlivňují složení půdního roztoku a které v něm ovlivňují rozpustnost některých minerálních sloučenin, či podporují rozvoj půdní mikroflóry. Tímto dochází k neustálým změnám ve složení půdního roztoku a obsahu přijatelných živin v něm. (Richter, 2004). Podle Hluška a kol. (2014 a 2015) se až 85 % účinnosti živin dosáhne jejich příjmem nadzemními orgány, především listovou plochou, a to v závislosti na rychlosti příjmu a pohyblivosti živin v rostlině. Oproti tomu činnost živin dodaných do půdy a určených k příjmu kořeny je podle něj v závislosti na půdním druhu 30 – 60%. Aplikaci vodných roztoků určených k mimokořenové výživě je však vhodné provádět především až při případném projevu akutní deficiencie. Podle Richtera (2004) se doplňková mimokořenová výživa více uplatní po přidání smáčedel, které při kontaktu s listovou plochou ovlhčí kutikulu chránící listy před vypařováním vody, která se rozestoupí a umožní roztoku kontakt s buňkami epidermální části listu. Celkové množství přijatých živin, zvláště makrobiogenních prvků je podle něj malé. Réva vinná patří mezi rostliny středně náročné na živiny. Díky tomu, že na jednom stanovišti setrvává desítky let, odčerpává údajně živiny z půdy dost jednostranně. Na obrázku 10 je dán prostorový vývoj kořenového systému révy vinné v důsledku rozdílných podnoží. Kořeny keře nalevo rostly výrazně do hloubky, kdežto keř napravo vyvíjel kořenový systém o poznání mělčeji.



Obr. 10: Kořenový systém révy vinné (lergp.org)

3.3.2 Požadavky vinné révy na makroelementy

Dusík má pro rostliny velký význam jako stavební prvek aminokyselin, amidů, bílkovin, pyrimidinových a purinových bází, nukleových kyselin, chlorofylu, enzymů a jiných biologicky aktivních látek. Rostlina přijímá dusík především ve formě NH_4^+ a NO_3^- iontů (Richter, 2004). Pro révu vinnou je dusík nejvýznamnějším makro prvkem, který limituje růst, výnos hroznů a kvalitu produkce. K dosažení vyšší efektu je zapotřebí, aby byl ve vyváženém poměru s fosforem, draslíkem a hořčíkem. Poměr K:N je nazýván motorem výnosu, jak uvádějí Hluchý (2014) a Hlušek a kol. (2015). Dle Pavlouška (2011) fosfor spolu se železem zvyšují koncentraci dusíku v révě, kdežto hořčík a vápník jeho koncentraci snižují. Dusík je jednou z hlavních zásobních látek ukládaných v kořenech a ve starém dřevě v době mezi sklizní a opadem listů. Z toho důvodu je důležité hrozny sklídit před opadem nebo zmrznutím listů. Sedlo (1994) a Pavloušek (2011) uvádějí, že réva potřebuje během fenologického roku dusík nejvíce ve fázi kvetení. Nedostatek dusíku způsobuje nízký obsah volných aminokyselin v hroznech (a tím asimilovatelného dusíku), špatnou tvorbu aromatických látek ve víně během kvašení a při výrobě červených vín. Nedostatek dusíku se projevuje slabým růstem keře, tenkými, krátkými letorosty, červeným zbarvením řapíků a os letorostů a malými, světlými listy (viz obrázek 11). Zhoršuje se proces zrání hroznů a ukládání zásobních látek a keře se stávají citlivějšími na mraz. Hlušek a kol. (2015) zmiňují také slabou diferenciaci květenství, opoždění rašení a nízkou odolnost proti houbovým chorobám. Nadbytek dusíku je při kvašení příčinou zvýšené tvorby vyšších alkoholů na úkor aromatických esterů, bílkovinných zákalů nebo i tvorby biogenních aminů způsobujících alergie a negativně ovlivňujících lidské zdraví. Projevem nadbytku dusíku je velmi bujný růst letorostů, hroznů i bobulí, snížená

odolnost proti hnilobě a houbovým chorobám v důsledku tvorby řídkých pletiv a proti zimním mrazům. Zvyšuje se také náročnost pro provedení podlomu, potřeba častějšího osečkování listové plochy, tendence ke sprchávání květů a k abiotickému odumírání třapiny hroznů. Dále se tvoří velmi silné letorosty a špatně vyžívá jednoleté dřevo (Pavloušek, 2011a; Hlušek a kol., 2015).



Obr. 11: Projev nedostatečné výživy révy dusíkem (Richter, 2004)

Tabulka 4 představuje celkovou potřebu dusíku révou vinnou a jeho distribuci mezi hrozny a ostatní části keře (Vaněk a kol., 2012). Autor uvádí, že značná část dusíku se na konci vegetace vymývá z listů a transportuje do kořenů a vrací se zpět do půdy.

Tabulka 4: Celková potřeba dusíku révou vinnou (Vaněk a kol., 2012)

autor	výnos hroznů [t.ha ⁻¹]	odrůda	odběr N [kg.ha ⁻¹]	N v hroznech [kg.ha ⁻¹]	N ve dřevě a v listech [kg.ha ⁻¹]
Kadish (1993)	10,0 – 12,0	-	60,0	-	-
Duchoň (1948)	10,0	-	80,0	-	-
Fregoni (1984)	7,0 – 25,0	-	22,0 – 84,0	-	-
Müller (1999)	-	-	50,0 – 70,0	25,0 – 35,0	20,0 – 30,0
Vaněk (1996)	10,0	Ryzlink rýnský	56,8	21,7	35,1
		Sylvánské zelené	52,0	27,5	24,5
		Veltlínské zelené	50,4	23,6	26,8
		Franckovka modrá	50,9	18,2	23,7

Fosfor má pro rostliny význam hlavně jako součást nukleových kyselin a jako součást fosfátů s funkcí energetickou a stavební. Energetická funkce spočívá ve schopnosti fosfátu vázat cukry. Stavební funkci mají estery fosforu s cukry a cukernými deriváty jako například mono- a di-nukleotidy nebo složky enzymů oxidativního charakteru. Rostliny přijímají fosfor ve formě aniontů $H_2PO_4^-$ a HPO_4^{2-} a to pouze v případě, kdy jeho koncentrace v cytoplazmě výrazně převyšuje koncentraci fosforu v živném prostředí. To znamená, že je přijímaný aktivně proti koncentračnímu gradientu. Intenzita příjmu závisí pak na obsahu kyslíku v živném prostředí, světelných a teplotních podmínkách, na poměru $H_2PO_4^- : HPO_4^{2-}$ a přítomnosti iontů Ca^{2+} , NO_3^- , BO_3^{3-} a OH^- , které příjem inhibují. Rostlina vykazuje podstatnou potřebu fosforu už při počátečním růstu, kdy ho získává z fyтинů v semeni a z lehce přístupných forem sloučenin v prostředí (Richter, 2004). Fosfor patří mezi v půdě málo pohyblivé živiny a podléhá pouze minimálnímu vymývání. Jeho pohyblivost dobře ukazuje hodnota půdní reakce, kdy je nejpohyblivější při pH 6 – 6,5 a při vyšších hodnotách organický fosfor mineralizuje, čímž je rostlině zpřístupněný. Jeho příjem kořeny révy usnadňují mykorrhizní houby, jejichž činnost ale můžou utlumit vysoké dávky dusíkatých hnojiv (Pavloušek, 2011a). Autor rovněž zdůrazňuje, že sloučeniny fosforu jsou důležité pro tvorbu asimilátů a jejich transport, pro tvorbu květů, násadu plodů, vyžrávání dřeva, s čímž je spojena mrazuvzdornost

a pro rozvoj kořenového systému. Ve víně fosfor velmi pozitivně působí na tvorbu aromatických látek, dále ovlivňuje kvašení moštu, obsah kyselin a stabilitu barviv. Nadbytek fosforu podle uvedeného autora zapříčiňuje snížení příjmu stopových prvků (např. *Cu*, *Zn*, *Mn*, *Fe*). Projevuje se to různými chlorózami. Nedostatek fosforu mohou dle Pavlouška (2011a) a dle Hluška a kol. (2015) indikovat tyto příznaky: malé, tmavozelené až načervenalé, později hnědé listy, spodní strany červenofialové a shora bronzově lesklé, zpočátku červená barva řapíku a žilnatiny listu, zhoršená vyzrállost jednoletého dřeva, zhoršená násada květů, tvorba menších květenství a hráškovatění hroznů (viz obrázek 12). Tabulka 5 porovnává množství fosforu v různých částech rostliny révy vinné (Vaněk a kol., 2012).



Obr. 12: Hráškovatění hroznů v důsledku nedostatečné výživy révy fosforem (ekovin.cz)

Tabulka 5: Celková potřeba fosforu u révy vinné (Vaněk a kol., 2012)

autor	výnos hroznů [t.ha ⁻¹]	odrůda	odběr P [kg.ha ⁻¹]	P v hroznech [kg.ha ⁻¹]	P ve dřevě a v listech [kg.ha ⁻¹]
Kadish (1993)	10,0 - 12,0	-	6,6	-	-
Duchoň (1948)	10,0	-	13,2	-	-
Fregoni (1984)	7,0 - 25,0	-	2,2 - 15,4	-	-
Müller (1999)	-	-	5,0 - 10,0	3,5 - 5,7	1,0 - 3,5
Vaněk (1996)	10,0	Ryzlink rýnský	12,9	4,0	8,9
		Sylvánské zelené	10,8	5,8	5,0
		Veltlínské zelené	12,4	6,2	6,2
		Frankovka modrá	12,5	5,2	7,3

Draslík rostlina přijímá jako monovalentní kationt K^+ , a to pasivně při vysoké koncentraci, nebo aktivně při nízké koncentraci. Právě vysoká koncentrace draslíku snižuje příjem Mg^{2+} , Ca^{2+} , NH_4^+ , Zn^{2+} , Mn^{2+} a zvyšuje příjem NO_3^- , $H_2PO_4^-$, Cl^- , SO_4^{2-} . Jeho příjem rostlinou usnadňuje přístup vzduchu, teplota půdy a intenzita osvětlení a ten se v ní pak zasahuje do více metabolických procesů, především ale do fotosyntézy a respirace, kde má významnou úlohu ve světelné fázi, když vytváří v chloroplastech optimální stav pro průběh enzymatických reakcí. Draslík je v rostlině velmi pohyblivý, přičemž jeho transport probíhá jak bazipetálně, tak i akropetálně a má vysokou schopnost průniku buněčnými membránami. Pro buněčný metabolismus je významný K^+ v cytoplazmě, dále se nachází ve vakuolách jako KNO_3 , KCl a K -malát a kde plní osmotickou funkci. Jeho koncentrace v rostlinách se pohybuje v rozmezí 2-6 %, přičemž nejvyšších hodnot dosahuje během fáze kvetení a při dozrávání klesá v důsledku vylučování do živného prostředí. Draslík má vysokou reutilizační schopnost, a proto se příznaky jeho vyplavení jako K^+ při stresových situacích projevují na starších listech (např. pokles turgoru), jak uvádí Richter (2004). Podle Pavlouška (2006 a 2011) draslík příznivě ovlivňuje tvorbu květů, plodů a kořenového systému, vyžrávání dřeva i hroznů, činnost listového aparátu, mrazu odolnost, je důležitý kvůli hospodaření s vodou, činnosti průduchů a aktivaci enzymatických procesů v keři, ale má vliv i na kvalitu hroznů a vína. Draslík ovlivňuje akumulaci cukrů v bobulích, tím i na obsah extraktu vína a chuťovou plnost a ještě více na změny kyselin, zejména pak kyseliny vinné a tedy i na hodnoty pH v hroznech.

Nízký obsah kyselin pak má za následek vysoký transport dusíku do bobulí a následující tvorbu solí s kyselinou vinnou, vysoké pH vína a tedy nízkou kvalitu hlavně bílých vín (zákal a horší skladovatelnost). Jeho vysoký obsah zužuje poměr mezi kyselinou vinnou a jablečnou. Nedostatek draslíku se může projevit nejprve žlutým, pak hnědo-červenohnědým až hnědo-fialovým zbarvením listových čepelí bílých odrůd a červenými čepelími u odrůd modrých. Okraje listů se pak svinují dolů a postupně usychají, starší listy usychají a opadávají (viz obr. 13).



Obr. 13: Projev nedostatku draslíku (ekovin.cz)

Podle Hluchého (2014) se ve vinicích setkáváme až v 70 % se situací, kdy je půda dobře zásobena draslíkem, ale v listech révy je ho nedostatek. Réva ho není schopna přijímat v důsledku illitizace, kdy je v důsledku přehnojení draslíkem tento uzavírán v krystalické mřížce jílových minerálů a tudíž nepřístupný rostlinám. V tabulce 6 je uvedena potřeba draslíku révou vinnou (Vaněk a kol., 2011).

Tabulka 6: Celková potřeba draslíku révou vinnou (Vaněk a kol., 2011)

autor	výnos hroznů [t.ha ⁻¹]	odrůda	odběr K [kg.ha ⁻¹]	K v hroznech [kg.ha ⁻¹]	K ve dřevě a v listech [kg.ha ⁻¹]
Kadish (1993)	10,0 - 12,0	-	58,0	-	-
Duchoň (1948)	10,0	-	83,0	-	-
Fregoni (1984)	7,0 - 25,0	-	34,0 - 123,0	-	-
Müller (1999)	-	-	42,0 - 75,0	25,0 - 50,0	12,0 - 25,0
Vaněk (1996)	10,0	Ryzlink rýnský	57,3	28,8	28,5
		Sylvánské zelené	67,5	38,2	29,3
		Veltlínské zelené	66,1	41,4	24,7
		Frankovka modrá	70,2	30,2	40,0

Vápník v metabolismu rostliny ovlivňuje aktivitu enzymů, stabilitu a integritu pletiv, díky čemuž lze plody déle skladovat, neutralizuje a váže některé organické látky a to především kyselinu šťavelovou, což znamená pro rostlinu detoxikaci. Dále je stavební látkou: ve formě pektátu zpevňuje buněčné stěny, pomáhá v růstu buňkám, které tvoří typickou celulózní stěnu a bez Ca vůbec nerostou, jako třeba kořenové vlásky a pylové láčky. Vápník má dále konformační a stabilizační vliv na bílkoviny. Při sloučení s bio-katalytickou bílkovinou má schopnost upravit její tvar a aktivitu a zároveň ji chránit před proteolytickými enzymy. Ovlivňuje také semipermeabilitu buněčných stěn a membrán. Jeho koncentrace v půdním roztoku je asi desetinásobná oproti K⁺, ale jeho příjem je přesto obvykle nižší než příjem K⁺. Ten probíhá ve formě dvojmocného kationtu aktivně přes biologické membrány pomocí elektrochemického gradientu (Richter, 2004). Jeho vysoké koncentrace (5-20 mM) jsou přijímány pasivně, kdežto nízké (0,005-0,05 mM) pod metabolickou kontrolou. Na příjem Ca²⁺ pozitivně působí anionty, a to nejvíce NO₃⁻, dále Cl⁻ a nejméně SO₄²⁻. Kationty svým zvýšeným obsahem příjem vápníku omezují v řadě H⁺ > NH₄⁺ > Mg²⁺ > Sr²⁺ > Mn²⁺ > K⁺. Z vnějších vlivů na příjem působí pozitivně nižší vlhkost, kdežto při zvýšené vlhkosti převažuje na jeho úkor příjem draslíku. Jak uvádějí Richter (2004), Pavloušek (2011a) a Conradie (1981) příjem vápníku většinou probíhá během intenzivního růstu révy před zaměkáním bobulí. Bylo zjištěno, že vápník v půdě je středně pohyblivý, v rostlině velmi málo pohyblivý a závislost obsahu Ca ve víně na obsahu v půdě překvapivě nebyla prokázána Kment (2003). Kraus (1982)

dokazuje, že nedostatek vápníku v révovém keři může zastavit růst už v první polovině vegetace, listy přitom blednou, jejich čepel se v okrajích svinuje mírně dolů a objevují se nekrózy, až listy postupně opadají, odumřou vrcholky a odpadne i celá vrchní část leto-rostu. Révu postihne tzv. vrcholová chloróza (též kalcioza), jak potvrzuje i Ackermann (2010) – viz obrázek 14. Při nadbytku vápníku se snižuje příjem fosforu, manganu, bóru a železa (Pavloušek, 2011a, s. 246), ale nadbytek vápníku se u révy vyskytují vzácně (Hlušek a kol., 2015; Kraus, 1982; Pavloušek, 2011a).



Obr. 14: Vývoj nekrózy v důsledku nedostatečného obsahu vápníku v listech révy vinné (Richter, 2004)

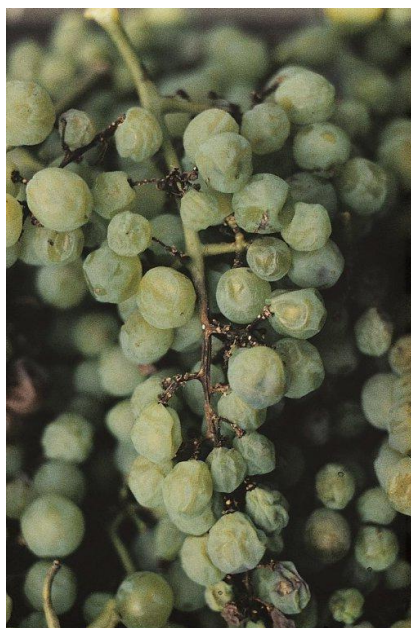
V tabulce 7 je uvedena spotřeba vápníku, kterou přijme během vegetace plocha jednoho hektaru osázená révou vinnou plné produkční schopnosti (Vaněk a kol., 2011; Hlušek a kol., 2015). Z tabulky je patrné, že např. pro odrůdu *Müller* se uvádí tento podíl odebraného vápníku: hrozny 3,6 – 7,1 kg Ca.ha⁻¹ a listy + dřevo 22 – 43 kg Ca.ha⁻¹.

Tabulka 7: Celková potřeba vápníku révou vinnou

(Vaněk a kol., 2011; Hlušek a kol., 2015)

autor	výnos hroznů [t.ha ⁻¹]	odrůda	odběr Ca [kg.ha ⁻¹]
Kadish (1993)	10,0 - 12,0	-	43,0
Duchoň (1948)	10,0	-	121,0
Fregoni (1984)	7,0 - 25,0	-	20,0 - 145,0
Müller (1999)	-	-	35,0 - 50,0
Ruckenbauer, Amann (1984)	10,0	Veltlínské zelené	64,2
		Rulandské bílé	36,6
		Ryzlink rýnský	34,2
		Tramín červený	45,3
		Frankovka	53,4
		Rulandské modré	40,0

Hořčík zasahuje v rostlině do řady metabolických procesů. Je chelátově vázán v porfyrinovém jádře chlorofylu. Z celkového množství hořčíku v rostlině je v chlorofylu vázáno asi 15 – 20 %. Dále hořčík udržuje koloidní stav protoplazmy při biochemických reakcích a je aktivátorem či součástí mnoha enzymových systémů. Podobně jako Mg²⁺ působí Mn²⁺ a nejspíš i Zn²⁺ a Co²⁺. Mimo chelátové formy se v rostlině vyskytuje i ve formě soli nebo sorpčně vázaného iontu. Více než 70% veškerého hořčíku v rostlině je v difuzibilní podobě ve formě organických a anorganických aniontů (Richter, 2004). Rostlina přijímá hořčík ve formě Mg²⁺ iontu. Optimální poměr Ca:Mg je přitom 3:1. Často se při příjmu draslíku projevuje antagonismus k iontům K⁺, NH₄⁺, Mn²⁺ a H⁺. Právě draslík svým nadbytkem omezuje příjem hořčíku nejvíce. Poměr K:Mg by měl být ideálně 2:1, nejméně 1,7:1 a nejvíce pak 1:5 (Pavloušek, 2011a; Hlušek a kol., 2015; Richter, 1999 a 2004). Mezi oběma formami hořčíku (chelátovou a sorpčně vázaným) se v půdě neustále utvářejí dynamické rovnováhy, které ovlivňuje aktuální obsah vodorozpustného hořčíku v půdním roztoku. Jeho mobilita je proto často vyšší ve spodních půdních horizontech. U zrnitostně středních a těžších půd to můžou být i vysoké hodnoty. Podle Conradie (1981) Richter (2004) a Pavloušek (2011) přijímá hořčík keř révy vinné nejjintenzivněji mezi ukončením růstu révy a zaměkáním bobulí. Jeho deficit může způsobit zpomalení průběhu jablečno-mléčné fermentace a destabilizaci barvy u červených vín, snížení ukládání zásobních látek a mrazuvzdornosti, a při silném nedostatku dochází k omezení funkcí vodivých pletiv – viz obr. 15.



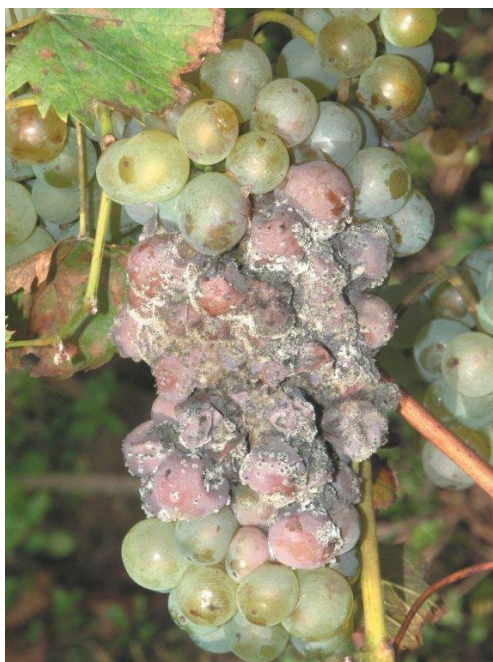
Obr. 15: Abiotické odumírání třápiny hroznů v důsledku nedostatečné výživy révy hořčíkem (ekovin.cz)

Kment a kol. (2003) zjistili, že hořčík je jediným prvkem, jehož obsah v půdě a v hroznech statisticky významně koreluje (korelačním koeficientem 0,616). Z tabulky 8 jsou patrné hodnoty ročního odběru hořčíku révou z půdy podle Vaněk a kol. (2011); Hlušek a kol. (2015). Odrůda *Müller*, jak je uvedeno, odebere 8 – 12 kg.ha⁻¹ hořčíku.

Tabulka 8: Celková potřeba hořčíku révou vinnou (Vaněk a kol., 2011; Hlušek a kol. (2015))

autor	výnos hroznů [t.ha ⁻¹]	odrůda	odběr Mg [kg.ha ⁻¹]
Kadish (1993)	10,0 - 12,0	-	11,0
Fregoni (1984)	7,0 - 25,0	-	4,0 - 15,0
Müller (1999)	-	-	8,4 - 12,0
Ruckenbauer, Amann (1984)	10,0	Veltlínské zelené	12,0
		Rulandské bílé	5,3
		Ryzlink rýnský	4,8
		Tramín červený	7,6
		Frankovka	7,7
		Rulandské modré	8,0

Síra - rostliny ji přijímají prostřednictvím kořenů ve formě SO_4^{2-} , přičemž příjem sulfátů je stimulován obsahem nitrátů v půdním roztoku a inhibován anionty chloridovými, selenátovými a fosfátovými a je závislý na samotné iontové síle půdního roztoku. Jak uvádí Richter (1997 a 2004) při koncentracích sulfátu od 10^{-6} do 10^{-1} mol.l⁻¹ má příjem multi-fázový charakter. Přijaté sírany musí být před svou utilizací redukovány, pravděpodobně v mitochondriích, a tento proces závisí na fotosyntéze a energetickém metabolismu rostliny. Mimo to jsou rostliny schopny přijmout síru i listy ve formě SO_2 , který je absorbován stomaty a distribuován do rostliny, kde může reagovat a vytvářet proteiny, aminokyseliny, či sulfáty. Průměrná koncentrace SO_2 v ovzduší je 0,1 – 0,2 mg.m⁻³. Pokud však dosáhne hodnoty vyšší než 1,5 mg.m⁻³, může dojít k výskytu depresí a nekrot. Absorbovaný oxid totiž vlivem vlhkosti rozpouští buňky mezofylu ve stomatech, což vede k disociaci na H^+ , HSO_3^- a SO_3^{2-} a tyto anionty se akumulují a ovlivňují foto-fosforylaci a mohou mít na svědomí i úplný rozpad chloroplastových membrán. Při nedostatku síry se v rostlině snižuje obsah aminokyselin a zastavuje se syntéza proteinů a zvyšuje se koncentrace nitrátů. V půdě se síra vyskytuje ve velmi malých množstvích, maximálně do 2 %. V provzdušněných půdách nejvíce v síranech a v anaerobním prostředí v sirnicích. Nejrozšířenější je síra ve formě sádry. Organická síra je pak v půdě obsažena v aminokyselinách a bílkovinách rostlinných a živočišných zbytků. Autor rovněž upozorňuje na projevy skryté deficiencie síry, zvláště na lehkých půdách, a to z důvodu snížení atmosférického spadu a omezení fosforečných, draselných a hořečnatých hnojiv obsahujících síru. V rostlinách révy vinné má podle Hluška a kol. (2015) význam hlavně organická síra v kovalentních sloučeninách, z nichž mnohé jsou prekurzory vonných a chuťových látek. Typickým příznakem nedostatku síry je podle něj žloutnutí listů, které začíná na nejmladších listech. Dle Pavlouška (2011a) k nedostatku ale nedochází, protože je síra značně obsažena v prostředí a také přípravky používané k ochraně rostlin obsahují podíl síry. Síra podle něj pomáhá zvýšit odolnost vůči šedé hnilobě (příklad napadení – viz obr. 16), zlepšuje cukernatost a kvalitu hroznů.



Obr. 16: Masivní napadení plísní šedou v důsledku nedostatku sír
(ekovin.cz)

3.3.3 Požadavky vinné révy na mikroelementy

Mikro prvky mají pro rostliny význam jako katalyzátory enzymatických systémů, čerpají jich řádově tisíckrát méně než makro prvků, tudíž i malý množstevní výkyv stačí k projevu nadbytku či nedostatku. Každá rostlina má svou specifickou potřebu mikroelementů (Richter, 2004). Podle Hluška a kol. (2015) ovlivňují mikro prvky růst a vývoj keře, jeho životnost a taky kvalitu produkce hroznů a to přímo nebo nepřímo. Mnohé z nich také zvyšují využití hlavních živin. Akutní nedostatek se většinou řeší aplikací listové výživy (Pavloušek, 2011a). Napříč sortimentem odrůd révy vinné se objevuje různá potřeba živin, i co se týče výživy mikroelementy. Rozsáhlou studii realizovali Ruckenbauer a Amann, kteří své výsledky publikovali v roce 1984 (In: Pavloušek, 2011a). V Tab. 9 jsou uvedeny předpokládaný odběr mikro prvků při výnosu $10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ v závislosti na pěstované odrůdě.

Tabulka 9: Odběr mikroelementů révou vinnou při výnosu 10 t.ha⁻¹ (Pavloušek, 2011a)

odrůda	g.ha ⁻¹ .rok ⁻¹				
	B	Cu	Mn	Fe	Zn
Veltlínské zelené	235,0	110,0	175,3	1168,5	221,8
Rulandské bílé	161,2	26,1	92,5	801,0	112,3
Ryzlink rýnský	164,4	25,9	86,3	1397,0	150,2
Ryzlink vlašský	187,2	24,4	198,2	893,8	203,6
Müller Thurgau	297,6	79,8	292,1	1732,6	275,6
Tramín	201,2	34,7	146,1	2076,7	173,2
Frankovka	181,2	32,9	125,0	1216,8	401,2
Modrý Portugal	248,9	36,4	111,9	867,0	356,2
Rulandské modré	212,4	38,6	106,3	1090,3	384,8

Železo – má velký význam jako součást enzymů přenášejících elektrony uvnitř řetězce dýchání a při tvorbě chlorofylu. Jeho obsah v půdě se pohybuje 0,7 – 7 %. Nachází se v primárních minerálech, sekundárních minerálech a hlavně v oxidech a hydroxidech. Příjem železa silně omezuje vysoký obsah vápníku, chladné a deštivé počasí. Nedostatek železa se projevuje chlorózou mladších listů, která může přejít až do nekrózy na okrajích, případně i celých listech. Při nadbytku lze pozorovat tmavé modrozelené zbarvení listů a redukci růstu výhonů a kořenů. Toxicita železa se zvyšuje v kyselém prostředí vlivem jeho vyšší rozpustnosti. Vápník pak může jeho toxicitu snížit (Hlušek a kol., 2015; Richter, 1997; Pavloušek, 2011a).

Mangan – má v biochemických reakcích úlohu podobnou hořčíku, který může i nahrazovat při aktivaci některých enzymů. Při fotolýze má úlohu transportu elektronů. V rostlině se pohybuje velmi málo a to pravděpodobně v chelátové formě, ve které může být mimo formy Mn²⁺ iontu i přijímán. Jeho příjem omezuje vápník, hořčík a amonný iont a podporují nitráty. V půdě tvoří mangan hmotnostní podíl 0,05-0,29 %, přičemž jeho obsah v půdním roztoku se v kyselých půdách zvyšuje a v zásaditých klesá. Vysoký obsah manganu v révě vede k deficienci auxinu a stejně jako nízký obsah ke chloróze. Chloróza z nedostatku manganu působí skvrnitým dojmem, objevuje se jen mezi listovými žilkami a projevuje se nejprve na nejmladších listech. K tomu se zhoršuje vývoj bobulí a celkový růst keře. Na případné přihnojení manganem reaguje réva velmi dobře (Hlušek a kol., 2015; Richter, 1997; Pavloušek, 2011a).

Bór – není součástí žádného rostlinného enzymu, má však vliv na činnost mnoha z nich. Byla popsána jeho účast v metabolismu glycidovém, fosforylačním, nukleových kyselin, fosforečných sloučenin a v syntéze růstových látek. V půdě se bór vyskytuje ve hmotnostním podílu 0,002 – 0,02 %, jeho zdrojem jsou křemičitany, vápence a dolomity, naproti tomu se po vápnění obsah přijatelného bóru snižuje. Nedostatek bóru ovlivňuje klíčení, má za následek zhoršený odkvět, intenzivní růst letorostů a světlezelené mozaikovitě zbarvení listů, které postupně přecházejí do žluta až červena a jejich okraje se svinují směrem dolů (Hlušek a kol., 2015; Richter, 1997; Pavloušek, 2011a). Kraus (2010) udává, že nadbytek bóru se v přírodě nevyskytuje. Jeho přemíra je podle něj možná jen v důsledku přehnojení a projevuje se nejprve na vrcholcích a okrajích listů žlutavým až červenavým zbarvením.

Zinek – se v rostlině účastní pochodů fotosyntézy, metabolismu aminokyselin, bílkovin, cukrů a má vliv na regulaci metabolismu nukleových kyselin. Jeho příjem probíhá hlavně ve formě Zn^{2+} , ale i v hydratovaných formách nebo v chelátové vazbě, či $Zn(OH)^+$. Hladina zinku v sušině rostlin nepřekračuje hodnotu 100 ppm, v příjmu mu brání ionty Mg^{2+} , Ca^{2+} , Sr^{2+} a Ba^{2+} a kompetitivní vztah má k železu a manganu. Hromadí se v kořenech při jeho vysokém obsahu v prostředí. Běžně v půdě, kde je zinek obsažen v křemičitanech, uhličítanech a hydroxidech, představuje 0,001 – 0,03 %. Jeho obsah v půdním roztoku se v kyselém prostředí zvyšuje, v neutrálním klesá a v zásaditém se jeho rozpustnost zvyšuje. Zinek má význam pro kvalitní opylení a oplození květenství. Nedostatek se projevuje u mladých listů chlorózou a mají otevřený řapíkový výkrojek a ostře zoubkované okraje. Dále se zkracují internodia letorostů a mimo sprchávání květenství i hráškovatí bobule v řídnoucích hroznech (Hlušek a kol., 2015; Richter, 1997; Pavloušek, 2011a).

Molybden – je mimořádně vysoce fyziologicky účinný. Jako jeho hlavní funkce je vy-zdvihována aktivace nitrát-reduktázy při syntéze bílkovin. Dále pomáhá fixovat elementární dusík v půdě volně žijícími i symbiotickými bakteriemi. Rostliny ho přijímají kořeny, tak pokožkou nadzemních částí v podobě MoO_4^{2-} . Jeho příjem je inhibován SO_4^{2-} a stimulován je ionty fosforu. Hromadí se pak ve vegetativních částech rostliny a při dozrání dochází k jeho přesunu z listů do reprodukčních orgánů, kde je ukládán v semenech. Jeho nedostatek způsobuje sprchávání květů, pohárkovatění listů a zasycháním vrcholových listů cích zasychají (Richter, 1997 a 2004).

Měď - je poměrně vysoce koncentrována v chloroplastech, kde je jí až 70 % z celkového obsahu v listech a kde je mimo jiné i složkou proteinu, který zajišťuje přenos elektronů. Plní také katalytickou funkci, když se bezprostředně váže na bílkovinu a pravděpodobně má i úlohu v syntéze nebo stabilitě chlorofylu a jiných rostlinných pigmentů. Měď je dále součástí enzymových oxidáz, nitrit-reduktázy a proteinového a sacharidového metabolismu. Při deficienci v rostlině dochází k destrukci proteinu až na rozpustné aminokyseliny. Průměrný obsah mědi v sušině rostlinných pletiv se pohybuje mezi 1,5 a 8,5 ppm a největší koncentrace byla zjištěna v listech, generativních orgánech, plodech a semenech. V půdě se měď vyskytuje v hmotnostním podílu 2 – 180 ppm. Jeho obsah se zvyšuje v kyselých půdách a sucho omezuje jeho rozpustnost. Vysoký obsah blokuje příjem molybdenu, manganu a železa. Příznakem jejího nedostatku jsou malé listy, krátká internodia letorostů a celkově zakrnělý růst. K tomu se vyskytuje i velmi silná chloróza, drsná kůru, omezený růst kořenů a snížený výnos (Hlušek a kol., 2015; Richter, 1997; Pavloušek, 2011a).

Chlor – jeho příjem komplikuje obsah NO_3^- a podporuje ho NH_4^+ . Rostliny obecně přijímají chlor rychle a ve velké míře a to nejen kořeny, ale i listy ve formě plynů. Uvnitř rostliny se snadno pohybuje a ukládá se do především ze starších listů do kořenů. Má výrazný vliv na fotosyntézu a hospodaření s vodou. Nadbytek chloru se projevuje chlorózou listů (Pavloušek, 2011a). Richter (2004) uvádí, že potřeba chloru se u rostlin pohybuje asi okolo 5 – 7 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ročně.

Křemík – dvouděložné rostliny, mezi jež se réva vinná řadí, ho obsahují v sušině cca 1 %. Nejčastěji je v rostlině ve formě křemičitého gelu $\text{SiO}_2\cdot n\text{H}_2\text{O}$ nebo polymeru kyseliny křemičité. Přijímají ho jako iont kyseliny orto-křemičité meta-křemičité. Po aplikaci SiO_2 ve formě vysokopecní strusky réva vykazuje menší riziko napadení padlím i peronosporou (Richter, 2004).

Titan – má vliv na zvýšení cukernatosti v hroznech révy vinné po aplikaci hnojiva obsahujícího titan. Ten se běžně v rostlinách pohybuje v hladinách od 0,3 ppm do 20 ppm sušiny listů, především v chloroplastech, kde je obsažený přibližně ve stejném množství jako měď. Do rostliny vstupuje pravděpodobně jako balastní prvek zároveň s kyselinou křemičitou a jinými podobnými sloučeninami. Jeho příznivý vliv je připisován vyššímu obsahu chlorofylu, intenzivnější fotosyntéze a zvýšené aktivitě enzymů (Richter, 2004).

4 MATERIÁL

4.1 Objekt studia

Zkoumané lokality (tři stanoviště) se nacházely na Jižní Moravě. Z důvodu ochrany soukromých dat budeme pouze uvádět půdní typy a porovnávat půdní vlastnosti a obsah živin u sledovaných půdních typů. Byly sledovány tyto půdní vlastnosti:

- *Zrnitostní složení,*
- *Půdní reakce,*
- *Obsah humusu,*
- *Kvalita humusu,*
- *Obsah živin.*

4.1.1 Stanoviště 1

Půda na tomto stanovišti byla klasifikována podle Taxonomického klasifikačního systému půd ČR (Němeček a kol., 2011). Jedná se o *rendzinu modální na slínu*. Patří do referenční skupiny Leptosolů. Patří sem půdy se slabým stupněm vývoje půdního profilu, které se vytvářejí z rozpadů pevných nebo zpevněných hornin a vyznačují se výrazným výskytem skeletu již v hloubce do 50 cm či mělkostí profilu a to už do 30 cm. Rendziny se vyvinuly na rozpadech karbonátových hornin, přičemž sledovaná půda obsahovala karbonáty v celém půdním profilu. Stratigrafie půdního profilu *rendziny modální* byla následující:

Ap – Crk – Rk

Kde:

Ap – ornice

Crk – skeletovitý rozpad karbonátové horniny

Rk – pevná karbonátová hornina (slín)

Jednotlivé diagnostické půdní horizonty u *rendziny modální* lze charakterizovat následovně:

Ap (0 - 25 cm) – ornice, sorpčně nasycená, šedohnědé barvy (dle Munsella barva 2,5YR 7/2 za sucha), velmi suchá až vyprahlá, jílovitohlinitý půdní druh práškové struktury. Ornice je středně prokořeněná, obsahuje chodby po červech a hluboké trhliny až do 30 cm. Ornice obsahuje ojedinělý skelet o průměru 1 – 2 cm. Karbonáty se vyskytují ve formě skeletu, poprašku a v jemnozemi (6,4 %), tudíž se jedná o vápenitou zeminu. Přechod podle obsahu skeletu, struktury a utužení.

Crk (> 25 cm) – půdotvorný substrát tvořený zvětralinou slínovce (= zpevněný slín). Barva dle Munsella 10YR 4/3 za suchého stavu. Půdní druh je písčitohlinitý, obsahuje vysoký podíl skeletu i karbonáty (> 7,2 %) a jedná se o vápenitý substrát. Půdní profil rendziny modální na slínu je uveden na obr. 17.



Obr. 17: Fotografie půdního profilu rendziny modální na slínu
(foto: Pospíšilová, 2016)

4.1.2 Stanoviště 2

Půdní typ na stanovišti 2 byl dle TKSP ČR (Němeček a kol., 2011) klasifikován jako *hnědozem antropická* na spraši. Tato půda je zařazena do referenční třídy Luvisoly. Hnědozemě vznikají na karbonátové spraši, sprašových a polygenetických hlínách v procesu illimerizace důsledkem periodicky promyvného vodního režimu. Proces illimerizace je doprovázen translokací půdních koloidů a malého množství organických látek půdním profilem. Tyto se hromadí v luvickém *Bt* horizontu a po imobilizaci tvoří výrazné hnědé povlaky na půdních agregátech (pedy). U hnědozemí se výrazně projevuje antropické ovlivnění v důsledku intenzivního hospodaření na těchto půdách. Půdní reakce je slabě kyselá, a pokud se využívají jako vinohrady, jsou často rigolovány do hloubky cca 80 cm. Stratigrafie půdního profilu *hnědozemě antropické* na stanovišti 2 je následující:

Azp – Bt/Ck – Ck

Kde:

Azp – hloubkovou kultivací vytvořený horizont (rigolování)

Bt/Ck – přechod do substrátu

Ck – karbonátová spraš

Hloubka a popis diagnostických horizontů u hnědozemě antropické pak je následující:

Azp (0 - 80 cm) – mocný, sorpčně nasycený humusový horizont (*Am*), který je rigolováním do 80 cm smíšen s luvickým horizontem (*Bt*). Barva odpovídá 7,5YR 4/3 v Munsellově systému. Jde o hlinitý půdní druh ve vlhém stavu, plastické konzistence, struktury zrnité až drobtové s nálezy argilanů ve spodní části. Spodní část horizontu je silně utužena (> 45 cm). Horizont obsahuje karbonáty (1,2 %) ve formě cívárů a poprašku, bez formy skeletu. Přechod se různí podle struktury a utužení.

BtCk (> 80 cm) – přechod do mateční horniny, plavé karbonátové spraše. Vyskytují se zbytky *Bt* horizontu, kde nacházíme i argilany. Barva v Munsellově systému odpovídá 10YR 3/6. Vlahá, bezstrukturní půda obsahuje karbonáty ve formě cívárů a poprašku (> 2 %), bez formy skeletu. Na obr. 18 uvádíme profil hnědozemě antropické.



Obr. 18: Fotografie půdního profilu hnědozemě antropické na spraši
(foto: Pospíšilová, 2016)

4.1.3 Stanoviště 3

Půdním typem na stanovišti 3 je podle TSKP ČR (Němeček a kol., 2011) *černo- zem karbonátová* na spraši. Tyto půdy vznikly z karbonátových spraší procesem intenzivní akumulace a kondenzace humusových látek v podmínkách nepromyvného vodního režimu. Vznik je podmíněn nadmořskou výškou do 300 m. n. m., průměrnou roční teplotou nad 8°C a ročním srážkovým úhrnem 450 – 650 mm. Subtyp karbonátová značí migraci karbonátů profilem, což dokazuje výskyt vápničných konkrecí a žilek. (Vopravil, Khel, Vrabcová, 2010). Stratigrafie profilu *černoze země karbonátové* je následující:

Ac – Ac – Ac/Ck – K – Ck

Kde:

Ap – ornice

Ac – černický humusový horizont

Ac/Ck – přechod do karbonátové spraše

K – kalcický horizont (vrstva karbonátů)

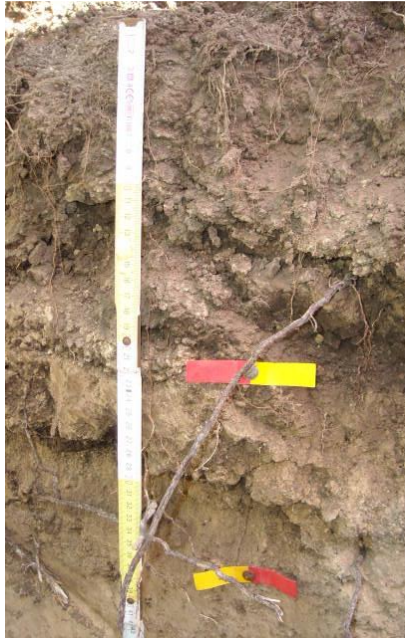
Ck – karbonátová spraš

Hloubky a bližší popis diagnostických horizontů *černoze země karbonátové* je potom níže:

Ac (0 - 30 cm) – mocný tmavý, sorpčně nasycený humusový horizont, středně prokořeněn. Stav je suchý, přičemž barva je dle Munsella 7,5YR 5/2 za sucha. Půdní druh je hlinitý, struktura zrnitá až prášková, objevují se chodby po červech. Horizont obsahuje karbonáty ve formě pseudomycelií a poprašku (5,4 %), bez skeletu. Přechod rozlišný podle barvy, struktury a utužení.

AcCk (30 - 45 cm) – přechodný horizont do karbonátové spraše. Suchý stav o barvě 10YR 5/3. Půdní druh je hlinitý, struktura zrnitá, horizont obsahuje karbonáty (> 14 %). V hloubce více než 1m nacházíme kořeny vinné révy, jemné prokořenění je do 50 cm, vyskytují se chodby po červech, skelet není přítomen. Přechod je různý podle barvy a struktury.

Ck (> 45 cm) – plavá karbonátová spraš barvy 10YR 6/4 za sucha. Spraš je nestrukturní, obsahuje karbonáty (> 16 %). Na obr. 19 je dán půdní profil *černoze země karbonátové*.



Obr. 19: Fotografie půdního profilu černozemě karbonátové na spraši
(foto: Pospíšilová, 2016)

5 METODY STANOVENÍ PŮDNÍCH VLASTNOSTÍ

5.1 Stanovení zrnitostního složení půdy

Klika a kol. (1954) a Pospíšilová a Vlček (2015) uvádějí, že zrnitostní složení půd (= textura) jako faktor přímo ovlivňuje fyzikální, chemické i biologické procesy v půdě. Základní dělení zrnitostních frakcí půd je jemnozem (částice menší 2 mm) a skelet (úlomky hornin a minerálů větší 2 mm). Jemnozem dále zpracováváme chemickými a fyzikálními metodami a snažíme se rozpojit jemné stmelené části (Jandák a kol. 2010, Němeček a kol., 2011). Zrnitostní složení bylo stanoveno pipetovací metodou a podrobný postup stanovení uvádějí Hraško a kol. (1962) a Pospíšilová a kol. (2016).

Princip metody: Jde neopakovanou sedimentaci, při které odebíráme pipetou vzorek suspenze z určité hloubky po určitém čase od ukončení míchání suspenze a zahájení sedimentace, který je nutný k sedimentaci frakce do dané hloubky.

Přístroje a pomůcky: Analytické váhy, horkovzdušná sušárna, exsikator se sikativem, porcelánové/skleněné vysoušečky, síto (oka 0,25 mm), písková lázeň/topná deska, stopky, sedimentační válec (V = 1000 ml), míchadlo, pipetovací přístroj a speciální pipeta.

Hodnocení výsledků: Výsledky přepočítáváme na hodnotu sušiny. Procentuální obsah frakce > 0,25 mm vypočteme podle Hraška a kol. (1962) dle vzorce:

$$\text{střední písek } [\%] = \frac{D \times 100}{g}$$

Kde:

D – hmotnost odparku frakce zrn > 0,25 mm [g]

G – hmotnost navážky sušiny vzorku [g]

Procentické zastoupení frakce <0,05; <0,01; <0,001/0,002 mm vypočítáme podle vzorce:

$$\text{frakce } [\%] = \frac{(A - C) \times 40 \times 100}{g}$$

Kde:

A – hmotnost odparku 25 ml suspenze stanovované frakce [g]

C – hmotnost odparku 25 ml dispergačního činidla ze slepého pokusu [g]

G – hmotnost navážky sušiny vzorku [g]

Vyhodnocení zrnitostního složení se provede podle Nováka (1953, In: Jandák a kol., 2010). Rovněž lze použít trojúhelníkový diagram (Němeček a kol., 2011).

5.2 Stanovení aktivní půdní reakce

Půdní reakce je důležitým ukazatelem stavu půdního prostředí. Její hodnota ovlivňuje nejen růst rostlin, výskyt mikrobů, rozpustnost a dostupnost živin, ale i procesy jako humifikace či pedogeneze nebo pohyb cizorodých látek. Rozlišujeme aktivní a potenciální půdní reakci. Tuto pak dělíme na reakci výměnnou (pH/KCl) a reakci hydrolytickou ($\text{mmol H}^+ / 0,1 \text{ kg půdy}$) – viz Pospíšilová a Vlček (2015).

Pracovní postup stanovení aktivní půdní reakce popisuje Zbírál a kol. (2010) v souladu s ISO/DIS 10390 následovně:

Princip metody: Hodnota pH/H₂O, tedy aktivita H⁺ iontů v půdním roztoku se měří potenciometricky ve vodní suspenzi při poměru půdy a vody 1:2,5.

Přístroje a pomůcky: pH-metr, skleněná elektroda, kádinky objemu 50 nebo 10 ml, váhy

Chemikálie: Převařená (asi 30 minut - odstranění CO₂) destilovaná voda o pH 6,6 – 6,8, sada pufrů (pH=4, pH=7, pH=9) ke kalibraci pH-metru

Postup stanovení: Vysušený a rostlinných zbytků zbavený vzorek půdy prosejeme přes síto o velikosti ok 2 mm, dále homogenizujeme a provádíme kvartaci. Do kádinky poté navážíme 10 g připraveného vzorku a zalijeme 25 cm³ převařené destilované vody, poté promícháme a zakryté filtračním papírem necháme při laboratorní teplotě stát 24 hodin. Pomocí pufrů kalibrovaným pH-metrem a skleněnou elektrodou měříme potenciometricky pH promíchané suspenze.

Vyhodnocení výsledků: Výslednou hodnotu aktivní půdní reakce zhodnotíme dle Tab. 10.

Tabulka 10: Hodnocení aktivní půdní reakce (Zbírál a kol., 2010).

pH/H ₂ O	Hodnocení zeminy
< 4,9	Silně kyselá
5 - 5,9	Kyselá
6 - 6,9	Slabě kyselá
7	Neutrální
7,1 - 8	Slabě alkalická
8,1 - 9,4	Alkalická
> 9,5	Silně alkalická

5.3 Stanovení výměnné půdní reakce

Pracovní postup stanovení výměnné půdní reakce popisuje Zbírál a kol. (2010) v souladu s ISO/DIS 10390 takto:

Princip metody: Roztok neutrální soli (KCl) vytěsňuje ionty H^+ , Al^{3+} , Fe^{3+} z výměnných pozic půdní sorpčního komplexu. Vyvolaná změna aktivity (koncentrace) vodíkových iontů se stanoví potenciometricky. Poměr mezi navázkou půdy a roztoku neutrální soli je 1:2,5.

Přístroje a pomůcky: pH-metr, skleněná elektroda, váhy, kádinky

Chemikálie: 1M roztok Chloridu draselného (KCl) – 74,5 g KCl rozpuštěných v 1000 ml destilované vody, sada pufrů ke kalibraci pH-metru

Postup stanovení: Po vysušení na vzduchu a zbavení rostlinných zbytků vzorek půdy prosejeme 2 mm sítím, dále homogenizujeme a provádíme kvartaci. Do kádinky poté navážeme 10 g připraveného vzorku a zalijeme 25 ml 1 M roztoku KCl, po promíchání necháme zakryté filtračním papírem při laboratorní teplotě stát 24 hodin. Pomocí pufrů kalibrujeme pH-metr tak, aby byla pokryta celá škála měření. Následně skleněnou elektrodou měříme potenciometricky pH promíchané suspenze.

Vyhodnocení výsledků: Změřenou hodnotu výměnné půdní reakce zhodnotíme dle Tab. 11.

Tabulka 11: Hodnocení výměnné půdní reakce (Zbírál a kol. 2010).

pH/KCl	Hodnocení zeminy
< 4,5	Silně kyselá
4,6 - 5,5	Kyselá
5,6 - 6,5	Slabě kyselá
6,6 - 7,2	Neutrální
> 7,3	Alkalická

5.4 Stanovení obsahu organického uhlíku

Množství organického uhlíku v půdě (v tomto případě C_{ox} – oxidovatelný uhlík) se používá k vypočtení množství humusu v půdě. Pro stanovení C_{ox} se užívá metody oxidimetrické titrace založené Walkleyem a Blackem, kterou blíže popisuje Pospíšilová a kol. (2016):

Princip metody: Metoda oxidimetrické titrace spočívá v oxidaci organického uhlíku chromsírovou směsí (dichroman draselný a koncentrovaná kyselina sírová). Rozdíl mezi spotřebovaným a nespotebovaným množstvím směsi udává množství spotřebovaného kyslíku na oxidaci organického uhlíku.

Chemikálie: 0,17 M roztok dichromanu draselného – 49,04 g $K_2Cr_2O_7$ rozpuštěno ve 400 ml destilované vody a doplněno na objem jednoho litru. (vysoce toxická sloučenina)

Koncentrovaná kyselina sírová – 96% H_2SO_4

0,5 M Mohrova sůl: 196,07 g – $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ rozpuštěno v 500 ml destilované vody, po přidání 5 ml koncentrované H_2SO_4 doplněno na objem 1000 ml.

o-fenantrolin: 1,48 g $C_2H_8N_2 \cdot H_2O$ rozpuštěno ve 100 ml destilované vody

Přístroje a pomůcky: Erlenmayerovy baňky 250 ml, achátová miska, síto 0,25 mm, pipeta, odměrné válce 10 ml a 200 ml, byreta

Postup stanovení: Vzorek půdy vysušíme na vzduchu, zbavíme rostlinných zbytků, prosejeme přes síto 2 mm (jemnozern I), homogenizujeme a provádíme kvartaci. Následovně zeminu rozetřeme v achátové misce a proséváme přes síto 0,25 mm (jemnozern II). Podle předpokládaného obsahu humusu pak volíme navážku, jak uvádějí podrobně Prax a kol. (1995). Vyhodnocení provádíme dle tab. 12.

Tabulka 12: Hodnocení obsahu oxidovatelného uhlíku a humusu (Prax a kol., 1995)

C_{ox} [%]	Obsah humusu [%]	Hodnocení
< 0,6	< 1	Velmi nízký
0,6 - 1,1	1 - 1,9	Nízký
1,2 - 1,7	2 - 2,9	Střední
1,8 - 2,9	3 - 3,5	Vysoký
> 2,9	> 5	Velmi vysoký

5.5 Frakcionace humusových látek

Ke stanovení frakčního složení HL se u půd s běžným obsahem a přirozeným složením organických látek využívá postupu krátké frakcionace (Kononová a Belčíková, 1963 In: Pospíšilová a Tesařová 2009; Pospíšilová a kol., 2016).

Princip metody: Princip spočívá v rozrušování stabilních vápenatých, hořečnatých, případně železitých či hlinitých humátů pufrovaným pyrofosforečnanem sodným. Dochází k uvolňování těchto humátů, které poté vhodnou metodou (filtrace, odstředování) extrahujeme z roztoku. Takto stanovíme sumu volných huminových látek i těch vázaných ve formě humátů dvojmocných bazí a nesilikátových forem Fe a Al. Dále je vhodným postupem dělíme na huminové kyseliny a fulvokyseliny. U paralelního vzorku stanovíme samostatnou extrakcí v NaOH obsah volných humusových látek.

Přístroje a pomůcky: Pipeta, odstředivka, elektrická odparka, chemické sklo, digitální titrační přístroj

Chemikálie: Směs 0,1 M pyrofosforečnan sodný a 0,1 M hydroxid sodný – v 1 litru deionizované vody rozpuštěno 44,60 g $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ a 4 g NaOH

0,17 M dvojchroman draselný: 49,04 g $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ v 1 litru deionizované vody.

Koncentrovaná kyselina sírová – 96% H_2SO_4

0,5 M Mohrova sůl – 400g $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ rozpuštěno ve 2 l deionizované vody

Směs síranu železnatého a o-fenantrolin – 1,48g $\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2$ a 0,7 g $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ rozpuštěno v 10 ml deionizované vody.

Postup stanovení uvádějí Kononová a Belčíková (1963); Pospíšilová a Tesařová (2009).

Výsledky a vyhodnocení: Stupeň humifikace (Sh [%]) vypočítáme zapomocí vztahu:

$$Sh[\%] = \frac{100 \times HK}{C_{ox}}$$

Kde:

Sh.....stupeň humifikace

HK.....obsah uhlíku HK (g/100g)

C_{ox}celkový obsah organického uhlíku [%]

5.6 Stanovení obsahu živin dle Mehlich III

Živiny jsou v půdě přítomny ve formě půdního roztoku, výměnně vázané na minerálních a organických koloidech, fixně v jílových minerálech, vázány v organické hmotě, či v biomase. Pro rostliny přístupné živiny představují jen malou část jejich celkového obsahu v půdě. Zejména jde o živiny rozpuštěné v půdním roztoku, poutané v půdním sorpčním komplexu a vázané ve sloučeninách rozpustných ve slabých kyselinách či zásadách. Jejich obsah stanovujeme působením vhodné sloučeniny extrakčního charakteru, kterou nahrazujeme přirozenou činnost kořenů rostlin. Od roku 1999 se k této analýze používá činidlo Mehlich III (Škarpa, 2010)

Princip: princip použití roztoku Mehlich III Prováděném dle Zbíral a kol. (2010), čerpáném z Pospíšilová a kol. (2016) spočívá v extrakci a stanovení obsahu P fluoridem amonným, obsahu K, Mg a Ca dusičnanem amonným a obsahu některých mikroelementů roztokem EDTA. Kyselé prostředí pak získáme díky kyselině dusičné a octové. (Zbíral a kol., 2010)

Přístroje a pomůcky: 250 ml PE lahve, váhy, odměrný válec 100 ml, třepačka, filtrační papír (odstředivka), laboratorní sklo

Chemikálie: Zásobní roztok fluoridu amonného (3,75 M) a EDTA (0,25 M) – 138,9 g NH_4F a 73,06 g EDTA postupně rozpuštěno v 600 ml deionizované vody, doplněno na obsah 1 litr (uchováváme v plastových nádobách).

Extrakční roztok Mehlich III (0,2M CH_3COOH , 0,25 NH_4NO_3 , 0,015M NH_4F , 0,013M HNO_3 , 0,001M EDTA): 80,05 g NH_4NO_3 rozpustíme ve 3 litrech deionizované vody, po přidání 16 ml zásobního roztoku $\text{NH}_4\text{F}/\text{EDTA}$ a promíchání přilijeme 46 koncentrované CH_3COOH a 3,3 ml koncentrované HNO_3 a nakonec dolijeme na objem 4 litrů. (výsledné pH 2,5).

Roztok pro kalibraci (pětinásobná koncentrace): v 600 ml deionizované vody postupně rozpustíme či rozmícháme 100 g NH_4NO_3 , 20 ml zásobního roztoku $\text{NH}_4\text{F}/\text{EDTA}$, 57,5 ml CH_3COOH a 4,1 ml HNO_3 a poté dolijeme na objem 1 litr.

Postup stanovení podrobně uvádějí Zbíral a kol. (2010) a Pospíšilová a kol. (2016).

5.7 Stanovení specifické elektrické vodivosti vodního výluhu půdy

Specifická vodivost určuje stav zasolení půdy to může mít původ ve vulkanické činnosti, mořských sedimentech či v atmosférickém spadu, minerálních hnojivech nebo nevhodné závlahové vodě (Vlček, 2015). Vodivost se stanovuje konduktometricky na základě postupu popsaném ve Zbírál a kol. (2010) a Pospíšilová a kol. (2016).

Přístroje a pomůcky: PE lahve ($V=1000\text{ml}$), váhy, filtrační papír, třepačka, laboratorní sklo

Chemikálie: Převařená destilovaná voda, 0,01 M roztok KCl

Postup stanovení: Do lahve navážíme 100g zeminy, kterou zalijeme 500 ml destilované vody a dáme na 1 hodinu do horizontální třepačky. Vodivost zfiltrované suspenze změříme konduktometrem a převedeme pomocí konstanty upravující vztah teploty a specifické vodivosti. Hodnotíme podle tabulky 13.

Tabulka 13: Hodnocení specifické elektrické vodivosti vodního výluhu půdy (Zbírál a kol. 2010)

Třída zasolení	Specifická vodivost [mS.cm⁻¹]
nezasolená	0 - 2
velmi slabě zasolená	2 - 4
slabě zasolená	4 - 8
mírně zasolená	8 - 16
silně zasolená	>16

6 VÝSLEDKY A HODNOCENÍ

6.1 Rendzina modální na slínu

Svrchní, organo-minerální horizont je mělký (do 25 cm), obsahuje ojedinělý vápenatý skelet a je silně utužen. Trhliny dosahují do hloubky cca 30 cm. Podle textury patří mezi středně těžké, hlinité půdy a obsah jílnatých částic (< 0,01 mm) je větší než 35 %. Aktivní a výměnná půdní reakce je alkalická. Tlumící schopnost v kyselé oblasti je velmi vysoká (> 35 cm²) naopak v alkalické oblasti je tlumící schopnost velmi nízká (< 22 cm²) – viz obr. 20. Hodnoty specifické vodivosti půdního výluhu (viz tab. 14) nepoukazují na zasolení. Profilové rozložení humusu do hloubky hodnotíme jako rychle ubývající. Obsah humusu dosahuje 1,14 % a hodnotíme ho jako velmi nízký. Frakční složení humusových látek ukazuje na převahu fulvokyselin a mladých huminových kyselin. Poměr huminových kyselin a fulvokyselin (HK/FK) je menší než 1. Jedná se o nízké hodnoty, které se projevují i poměrně nízkou hodnotou stupně humifikace (22 %). Obsah živin je uveden v tabulce 16 a podle hodnot je obsah draslíku dobrý, obsah hořčíku vyhovující a obsah fosforu nízký. Zde doporučujeme doplnit zásobu fosforu a organických látek v půdě (kompost, organické hnojení).

Tabulka 14: Zrnitostní složení rendziny modální (Stanoviště 1)

Půdní typ	Hloubka (cm)	Obsah částic [%]							
		2,00-0,25 mm	0,25-0,05 mm	0,05-0,01 mm	0,01-0,001 mm	< 0,001 mm	< 0,01 mm	< 0,05 mm	2,00-0,05 mm
RZm	Ap (0-25cm)	2,56	34,04	25,56	25,18	12,66	37,84	63,40	36,60
	Crk (> 25cm)	0,35	63,49	19,46	12,34	4,36	16,70	36,16	63,84

Tabulka 15: Půdní reakce (pH) a vodivost půdního výluhu u rendziny modální (Stanoviště 1)

Půdní typ	Hloubka	pH/H ₂ O	pH/KCl	Vodivost [mS.cm ⁻¹]
RZm	Ap (0-25cm)	8,10	7,41	0,08
	Crk (> 25 cm)	8,75	8,00	0,05

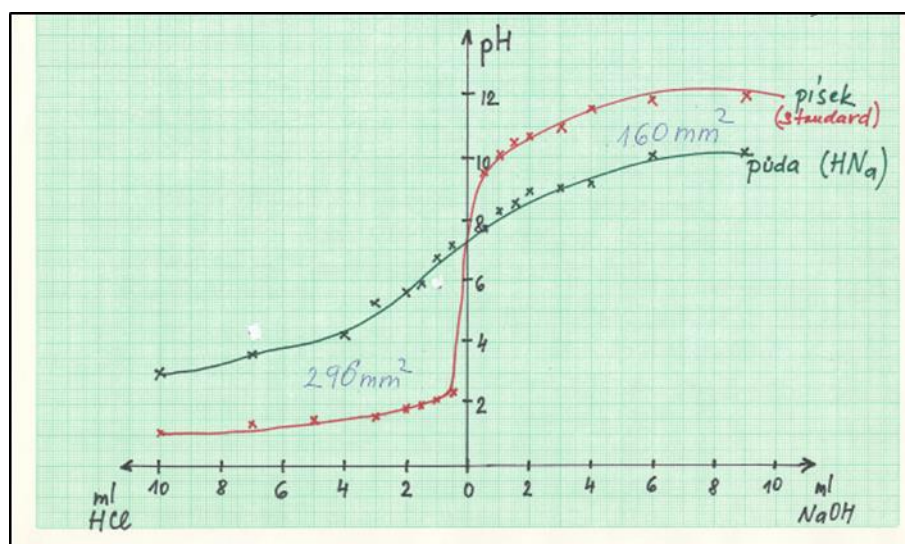
Tabulka 16: Obsah humusu a kvalita humusových látek u rendziny modální

(Stanoviště 1)

Půdní typ	Hloubka	C _{ox}	Humus	HL	HK	FK	HK/FK	Sh
		[%]	[%]	[g.kg ⁻¹]	[g.kg ⁻¹]	[g.kg ⁻¹]		[%]
RZm	Ap (0-25cm)	0,66	1,14	2,50	1,00	1,50	0,70	22,00
	Crk (> 25 cm)	0,20	0,34	nd	nd	nd	nd	nd

Tabulka 17: Obsah vybraných živin u rendziny modální (Stanoviště 1)

prvek	obsah [mg.kg ⁻¹]
K	316
Mg	296
P	43



Obr. 20: Acidobazická tlumící schopnost rendziny modální na slínu

(Stanoviště 1)

6.2 Hnědozem antropická na spraši

Místní půda má rigolováním vytvořený hluboký horizont *Azp* (0 – 80 cm). Podle textury řadíme půdu mezi písčitohlinité zeminy, s obsahem jílnatých částic 33,24 % - viz tab. 17. Obsah jílnatých částic v *BtCk* horizontu je 36,75 %, tj. hlinitá zemina (tab. 17). Výraznou kultivací byl celý horizont přetvořen na *Azp*. Aktivní půdní reakce je slabě alkalická, výměnná půdní reakce je neutrální, což jsou hodnoty příznivé. Tlumící schopnost v kyselé oblasti je střední (> 29 cm²) naopak v alkalické oblasti je tlumící schopnost velmi nízká (< 28 cm²) – viz obr. 13. Naměřené hodnoty specifické vodivosti neukazují na zvýšený obsah rozpustných solí (viz tab. 18). Profilové zastoupení humusu hodnotíme jako postupně ubývající do hloubky 1 m. V tab. 19 uvádíme obsah a frakční složení humusových látek. Obsah humusu dosahuje 1,23 % a hodnotíme ho jako velmi nízký. V průměru se hodnoty obsahu humusu u hnědozemí pohybují v rozmezí 1,7 – 1,9 %. Nízký obsah humusu je částečně způsoben rigolováním (smíšením *A* a *Bt* horizontů). Doporučujeme pravidelné doplňování organické hmoty, což povede nejen ke zvýšení úrodnosti a snížení pedokompakce, ale i ke stabilizaci půdní struktury. Frakční složení humusových látek ukazuje na převahu huminových kyselin. Poměr huminových kyselin a fulvokyselin (HK/FK) dosahuje 1,2, což indikuje vysokou kvalitu humusových látek. Jejich celkový obsah hodnotíme jako nízký. Stupeň humifikace dosahuje 31 %, což je hodnota střední. Obsah živin uvedený v Tab. 20. Obsah Mg a P je dobrý a obsah K je vyhovující. Závěrem lze konstatovat, že nízký obsah humusu by měl být pravidelně doplňován v zájmu zachování vysoké úrodnosti těchto půd a zlepšení fyzikálních poměrů v půdě. Rovněž obsah draslíku a fosforu doporučujeme doplnit, tak aby dosahoval stav dobrý.

Tabulka 18: Zrnitostní složení hnědozemě antropické (Stanoviště 2)

Půdní typ	Hloubka	Obsah částic [%]				
		2,00-0,25 mm	< 0,05 mm	< 0,01 mm	< 0,001 mm	< 0,002 mm
HNa	<i>Azp</i> (0-80cm)	6,21	62,28	33,24	21,20	21,20
	<i>BtCk</i> (> 80cm)	6,80	66,24	36,76	22,20	22,20

Tabulka 19: Půdní reakce (pH) a vodivost půdního výluhu u hnědozemě antropické (Stanoviště 2)

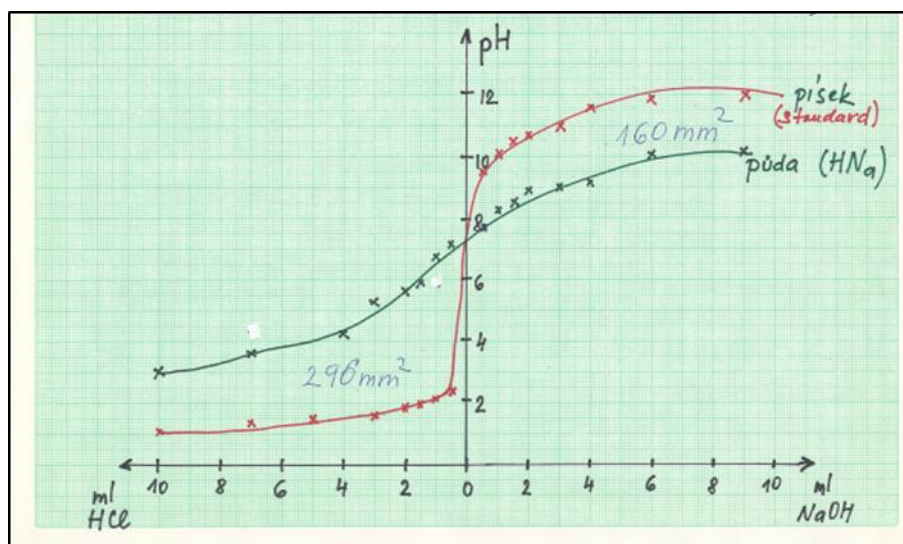
Půdní typ	Hloubka	pH/H ₂ O	pH/KCl	Vodivost [mS.cm ⁻¹]
HNa	Azp (0-80 cm)	7,70	6,75	0,09
	BtCk (>80 cm)	7,73	6,75	0,13

Tabulka 20: Obsah humusu a kvalita humusových látek u hnědozemě antropické (Stanoviště 2)

Půdní typ	Hloubka	C _{ox} [%]	Humus [%]	HL [g.kg ⁻¹]	HK [g.kg ⁻¹]	FK [g.kg ⁻¹]	HK/FK	Sh [%]
HNa	Azp (0-80 cm)	0,71	1,23	2,20	1,20	1,00	1,20	31,00
	BtCk (>80 cm)	0,34	0,58	nd	nd	nd	nd	nd

Tabulka 21: Obsah vybraných živin u hnědozemě antropické (Stanoviště 2)

prvek	obsah [mg.kg ⁻¹]
K	163
Mg	242
P	118



Obr. 21: Acidobazická tlumící schopnost hnědozemě antropické (Stanoviště 2)

6.3 Černozem karbonátová na spraši

Svrchní, černický humusový horizont **Ac** patří podle textury mezi střední, hlinité zeminy. Obsah jílnatých částic (< 0,01mm) je od 35 – 45 % v celém profilu (Tab. 21). Aktivní půdní reakce je alkalická, výměnná půdní reakce je neutrální, což jsou hodnoty příznivé a typické pro černozemě. Tlumící schopnost v kyselé oblasti je velmi vysoká (> 35 cm²). Naopak v alkalické oblasti je tlumící schopnost velmi nízká (< 28 cm²) – viz obr. 14. Hodnoty specifické vodivosti uvedeny v tabulce 22 jsou v mezích pro půdy nezasolené. Profilové zastoupení humusu hodnotíme jako postupně ubývající do hloubky 1 m. Obsah humusu dosahuje 3,43 % a hodnotíme ho jako vysoký. V průměru se hodnoty obsahu humusu u černozemí pohybují od 2,2 – 4,5 %. Frakční složení humusových látek ukazuje na převahu huminových kyselin. Poměr huminových kyselin a fulvokyselin (HK/FK) dosahuje 1,2. Indikuje vysokou kvalitu HL, i když u černozemí bývá tento poměr i kolem 2. Nižší obsah stabilních a kvalitnějších HK se projevuje i nižším stupněm humifikace (do 20 %) v horizontu **Ac**. Obvykle mají černozemě v černickém horizontu **Ac** vysoký stupeň humifikace (30 – 40 %). Obsah živin v Tab. 24 ukazuje na nízký obsah P, dobrý obsah Mg a vyhovující obsah K. Doporučujeme doplnit zásobu organických látek v půdě a obsah draslíku a fosforu.

Tabulka 22: Zrnitostní složení černozemě karbonátové (Stanoviště 3)

Půdní typ	Horizont	Obsah částic [%]				
		2,00-0,25 mm	< 0,05 mm	< 0,01 mm	< 0,001 mm	< 0,002 mm
CEc	Ac (0-30cm)	3,29	71,52	40,64	22,04	22,04
	AcCk (30-45cm)	3,12	73,80	42,04	19,64	19,64
	Ck (> 45 cm)	1,19	72,04	35,24	16,76	16,76

Tabulka 23: Půdní reakce (pH) a vodivost půdního výluhu u černozemě karbonátové (Stanoviště 3)

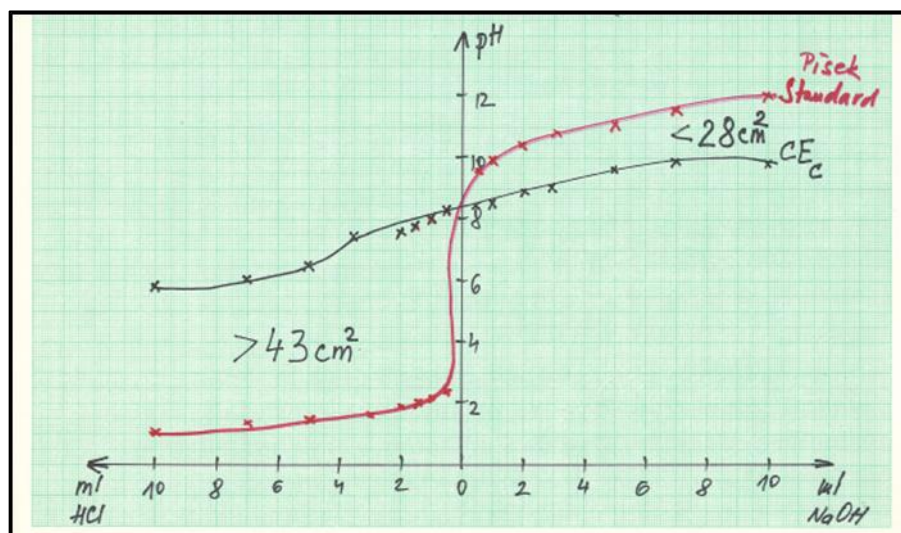
Půdní typ	Hloubka	pH/H ₂ O	pH/KCl	Vodivost [mS.cm ⁻¹]
CEc	Ac (0-30 cm)	8,3	7,2	0,13
	AcCk (30-45cm)	8,3	7,4	0,1
	Ck (> 45 cm)	8,6	7,6	0,09

Tabulka 24: Obsah humusu a kvalita humusových látek u černozemě karbonátové (Stanoviště 3)

Půdní typ	Hloubka	C _{ox}	Humus	HL	HK	FK	HK/FK	Sh
		[%]	[%]	[g.kg ⁻¹]	[g.kg ⁻¹]	[g.kg ⁻¹]		[%]
CEc	Ac (0-30 cm)	1,99	3,43	3,5	3	0,5	1,20	17,61
	AcCk (30-45cm)	0,71	1,23	2	1,5	0,5	1,20	28,07
	Ck (> 45 cm)	0,04	0,06	nd	nd	nd	nd	nd

Tabulka 25: Obsah vybraných živin u černozemě karbonátové (Stanoviště 3)

prvek	obsah [mg.kg ⁻¹]
K	183
Mg	259
P	39



Obr. 22: Acidobazická tlumící schopnost u černozemě karbonátové (Stanoviště 3)

7 DISKUSE

Sledované půdní typy, na kterých jsou založeny vinice, se liší obsahem živin, půdní reakcí a obsahem humusu i zrnitostním složením. Jsou charakteristické vysokou tlumící schopností v kyselé oblasti a nízkou tlumící schopností v alkalické oblasti. Je to dáno vysokým obsahem karbonátů ve sledovaných půdách. Na základě výsledků výzkumu doporučujeme periodicky doplňovat organickou hmotu a živiny v souladu s požadavky révy vinné. Nutno také uvést, že zjištěná půdní reakce v alkalické oblasti může snižovat dostupnost fosforu či mikroprvků jako bóru, mědi a zinku pro rostlinu, což by bylo vhodné zohlednit při výběru odrůdy/kultivaru a podnože vinné révy při výsadbě. Hrabovský (2014) uvádí podobné hodnoty vybraných viničních půd Západního Slovenska (Mojmírovce a Strekov). Půdy jsou klasifikovány jako kultizem černozemní na spraši, hlinité s výměnnou půdní reakcí alkalickou (7,21 a 7,27), aktivní reakcí slabě alkalickou až alkalickou (7,96 a 8,18), obsahem organického uhlíku velmi nízkým až nízkým (0,81 a 1,09 %), obsahem P nízkým (37 a 13 mg.kg⁻¹), obsahem K nízkým až vyhovujícím (273 a 128 mg.kg⁻¹) a obsahem Mg dobrým (267 a 240 mg.kg⁻¹). S těmito lokalitami lze porovnat naše stanoviště 3, kde jde o černozem taktéž na spraši která má stejný půdní druh, prakticky stejnou půdní reakci, až dvakrát vyšší obsah organického uhlíku, a vyšší obsah P. Půda na lokalitě Svätý Jan, která je zkoumaná na dvou pozemcích a je klasifikována jako kultizem kambizemní na zvětralinách granitických hornin a je hlinitopísčitá, má aktivní reakci slabě alkalickou (7,82 a 7,74), výměnnou reakci alkalickou (7,32 a 7,19), obsah C_{org} velmi nízký (0,61 a 0,90%), obsah P dobrý (183 a 175 mg.kg⁻¹), obsah K vyhovující (126 a 142 mg.kg⁻¹) a obsah Mg nízký (86 a 99 mg.kg⁻¹). Hlinitopísčitá půda vinohradů Dolných Orešan. (kultizem kambizemní), taktéž zkoumaná na dvou pozemcích má pak aktivní reakci kyselou až slabě kyselou (5,94 a 6,05), výměnnou reakci kyselou (5,04 a 4,73), obsah C_{org} velmi nízký (0,94 a 0,47 %) a obsahy P (61 a 109 mg.kg⁻¹), K (198 a 112 mg.kg⁻¹) a Mg (237 a 160 mg.kg⁻¹) vesměs vyhovující až dobré. Badalíková a Šafránková (2013) popisují půdu vinohradů v jihomoravských Velkých Bílovicích, kde se jedná o černozem na spraši, středně těžkou, hlinitou. Tato má v porovnání s černozemí stanoviště 3 obdobnou výměnnou reakci (7,23), nižší obsah humusu (1,23), vyšší obsahy K (389 mg.kg⁻¹), Mg (347 mg.kg⁻¹) a P (110 mg.kg⁻¹) a nižší kvalitu humusových látek (HK/FK = 0,94). Skalický (2010) uvádí půdní reakci a obsah humusu a živin v hlinitopísčitých půdách několika honů ve viničních tratích Horní Maliny a Pleštice v obci Archlebov. Půdní reakce těchto půd je silně alkalická (7,95-8,20), obsah P v nich je nízký až vyhovující (23-

88 mg.kg⁻¹), obsah K vyhovující až dobrý (200-425 mg.kg⁻¹) a obsah Mg vysoký až velmi vysoký (369-589 mg.kg⁻¹). Obsah humusu se zde pohybuje v rozmezí 1,36 - 2,05 %.

8 ZÁVĚRY

Na základě sledování rendziny modální, hnědozemě antropické a černozemě karbonátové ve vinohradech na Jižní Moravě můžeme vyslovit závěry:

- Rendzina modální – středně těžká, hlinitá půda s alkalickou aktivní i výměnnou reakcí, velmi vysokou tlumící schopností v kyselé a velmi nízkou v alkalické oblasti, nedostatečným obsahem humusu a s nižší kvalitou humusových látek. Obsah fosforu a hořčíku je nedostatečný, obsah draslíku je dobrý a půda není zaso- lena.
- Hnědozem antropická – středně těžká, hlinitá půda s příznivými hodnotami ak- tivní a výměnné reakce, se střední tlumící schopností v kyselé a velmi nízkou v al- kalické oblasti. Půda není zasolená, má nízký obsah humusu a HL. Kvalita humu- sových látek je vysoká. Z hlediska obsahu živin je půda dobře zásobena hořčíkem a fosforem, draslíku má pak nedostatek.
- Černozem karbonátová – zrnitostním složením hlinitá, středně těžká půda. Tlu- mící schopnost je velmi vysoká v kyselé oblasti a velmi nízká v alkalické oblasti. Půda není zasolena a má vysoký obsah humusu ale v porovnání s jinými černoze- měmi má méně kvalitních humusových látek. Zásobenost hořčíkem je dobrá, dras- líku a fosforu je pak nedostatek.

Touto prací přinášíme bližší pohled na fyzikální a chemické vlastnosti půd jihomorav- ských vinogradů, což jsou ukazatele důležité při zakládání vinic i při hospodaření v nich. Vinice Jižní Moravy jsou často, vzhledem i k jejich výsadbě na exponovaných svazích vystavovány extrémním povětrnostním vlivům, kdy může docházet k rychlé degradaci a to především půdní organické hmoty, což vede k erozi a ztrátám půdy. Vzhledem k dlou- holeté povaze výsadby vinic je nutné se soustředit především na úpravu pozemku před výsadbou a na vhodnou kultivaci meziřadí a příkmenného pásu a to v souladu s postupy vedoucími k doplňování kvalitní organické hmoty a případně živin.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Odborné monografie

1. ACKERMANN, P. Ochrana proti chorobám a škůdcům. In: KRAUS, V., V. HUBÁČEK a P. ACKERMANN. *Rukověť vinaře*. 3. vyd. Praha: Brázda, 2010, s. 138-160. ISBN 978-80-209-0378-5
2. BADALÍKOVÁ, B a ŠAFRÁNKOVÁ, I. *Vliv zapravení štěpky z vinné révy na půdní prostředí a fytopatogeny*. Troubsko: Zemědělský výzkum, spol. s r.o., 2013. ISBN 978-80-905080-6-4
3. HLUŠEK, J. a kol. *Réva vinná*. Praha: Profi Press, 2015. ISBN 978-80-86726-67-0.
4. HRABOVSKÝ, A. *Špecifické vlastnosti vinohradnických pôd*. Bratislava, 2014, Disertační práce. Univerzita Komenského v Bratislave. Vedoucí práce: P. DLAPA.
5. HRAŠKO, J. *Rozbory pôd*. Bratislava: Slovenské vydavateľstvo pôdohospodárskej literatúry, 1962. Rastlinná výroba.
6. JACKSON, R. S. *Wine science: principles, practice, perception*. 4. vydání. Amsterdam: Academic Press, an imprint of Elsevier, 2014. ISBN 9780123814685.
7. JANDÁK, J., E. POKORNÝ a A. PRAX. *Půdoznalství*. Vyd. 3., přeprac. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2010. ISBN 978-80-7375-445-7.
8. KLIKA, J., A. GREGOR a V. NOVÁK. *Praktikum fytoecologie, ekologie, klimatologie a půdoznalství*. Praha: Československá akademie věd, 1954. [Práce] Československé akademie věd. Sekce biologická.
9. KONONOVÁ M. M. & BĚLČIKOVÁ, N. P. 1963: Uskorennyj metod opredelenija sostava gumusa mineralny ch počv. In: Organičeskoje veščestvo počvy. Moskva. 228-234.
10. KONŮPKA, F. *Vinohradnictví*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1953, 301
11. KRAUS, V. Praktický návod k pěstování révy vinné ve vinici i na zahradě. In: HUBÁČEK, V. a V. KRAUS. *Hrozny a víno z vinice i zahrady*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1982, s. 85-200

12. KRAUS, V. Založení vinice. In: KRAUS, V., V. HUBÁČEK a P. ACKERMANN. *Rukověť vinaře*. 3. vyd. Praha: Brázda, 2010, s. 61-126. ISBN 978-80-209-0378-5
13. NĚMEČEK, J., M. MUHLHANSELOVÁ, J. MACKŮ, J. VOKOUN, D. VAVŘÍČEK a P. NOVÁK. *Taxonomický klasifikační systém půd České republiky*. 2. uprav. vyd. Česká zemědělská univerzita : , 2011. ISBN 978-80-213-2155-7.
14. PAVLOUŠEK, P. *Pěstování révy vinné: moderní vinohradnictví*. Praha: Grada, 2011a. ISBN 978-80-247-3314-2
15. POSPÍŠILOVÁ, L. a M. TESAŘOVÁ. *Organický uhlík obhospodařovaných půd*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2009. Folia Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis. ISBN 978-80-7375-282-8.
16. POSPÍŠILOVÁ, L. a V. VLČEK. *Chemické, biologické a fyzikální ukazatele kvality/zdraví půdy*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. Folia Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis : edice původních vědeckých prací a monografií. ISBN 978-80-7509-244-1.
17. POSPÍŠILOVÁ, L., V. VLČEK, V. HYBLER, M. HÁBOVÁ a J. JANDÁK. *Standardní analytické metody a kritéria hodnocení fyzikálních, agrochemických, biologických a hygienických parametrů půd*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2016. Folia Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis : edice původních vědeckých prací a monografií = edition of original papers and monographs. ISBN 978-80-7509-438-4.
18. PRAX, A., J. JANDÁK a E. POKORNÝ. *Půdoznalství*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1995. ISBN 80-7157-145-8.
19. RICHTER, R. *Půdní úrodnost*. Vyd. 2. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 1997. Rostlinná výroba (zelená ř.). ISBN 80-7105-145-4
20. SEDLO, J. *Ekologické vinohradnictví*. Praha: Agrospoj, 1994. Ekologické zemědělství. ISBN 80-7084-117-6.
21. SKALICKÝ, L. *Vliv geologických a půdních podmínek na kvalitu hroznů a vína*. Lednice, 2010. Diplomová práce. Mendelova Univerzita v Brně. Vedoucí práce: PAVLOUŠEK, P.
22. VANĚK, V. *Výživa zahradních rostlin*. Praha: Academia, 2012. ISBN 978-80-200-2147-2

23. VOPRAVIL, J., T. KHEL, T. VRABCOVÁ, a kol. *Půda a její hodnocení v ČR díl I. 2. vyd.* Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i, 2010. ISBN 978-80-87361-05-4
24. ZBÍRAL, J. *Analýza půd: jednotné pracovní postupy. III, Jiří Zbiral .. [a kol.].* Vyd. 2., přeprac. a dopl. Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, 2004. ISBN 80-86548-60-0
25. ZBÍRAL, J., I. HONSA, S. MALÝ a M. VÁŇA. *Analýza půd.* Vyd. 3., přeprac. a rozš. Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, 2011. *Jednotné pracovní postupy.* ISBN 978-80-7401-031-6.

Odborné články

1. BURG, P. a P. ZEMÁNEK. Sledování penetračního odporu půdy v meziřadí vinic. *Vinařský obzor*. 2007, roč. 100, č. 11, s 526-528.
2. BURG, P., J. FERIANC a M. JANKOVIČOVÁ. Problematika zhutnění půd ve vinicích v závislosti na typu pneumatik u vinohradnického traktoru. *Vinařský obzor*. 2014, roč. 107, č. 10, s. 510-511.
3. BURG, P. Půdní zhutnění ve vinicích a možnosti jeho nápravy. *Vinařský obzor*. 2005, roč. 98, č. 12, s. 610-611.
4. DUMBROVSKÝ, M. Zemní terasy a jejich využití v ČR. *Vinařský obzor*. 2012, roč. 105, č. 2, s. 66-68.
5. GLOS, L. Příprava půdy pro výsadbu vinice. *Vinařský obzor*. 2011, roč. 104, č. 4, s. 184-186.
6. HLOUŠEK, J. Rigolace? Nejdůležitější je pečlivost a výběr termínů. *Vinařský obzor*. 2014, roč. 107, č. 10, s. 590-591.
7. HLUCHÝ, M. Ozelenění vinic druhově bohatými bylinnými směskami - 1. část. *Vinařský obzor*. 2014, roč. 107, č. 9, s. 437-439.
8. HLUCHÝ, M. Ozelenění vinic druhově bohatými bylinnými směskami - 3. část Efekty ozelenění. *Vinařský obzor*. 2014, roč. 107, č. 11, s. 572-575.
9. HLUCHÝ, M. Utužení půd našich vinic a možnosti řešení tohoto problému. *Vinařský obzor*. 2013, roč. 106, č. 7-8, s. 368-374.
10. HLUCHÝ, M. Zdravá půda - základ úspěšného vinohradnictví a vinařství. *Vinařský obzor*. 2012, roč. 105, č. 4, s. 194-196.
11. JANDÁK, J. Půdy vinařských oblastí České republiky. *Vinařský obzor*. 2014, roč. 107, č. 10, s. 504-506.
12. JANULÍK, J. Regenerace kořenového systému révy vinné. *Vinařský obzor*. 2014, roč. 107, č. 10, s. 498-499.
13. KMENT, P., M. MIHALJEVIČ, L. ROHLOVÁ, O. ŠEBEK. Distribuce stopových prvků v českých vínech v závislosti na půdním substrátu vinice. *Vinařský obzor*. 2003, roč. 96, č. 4, s. 168-170.
14. PAVLOUŠEK, P. 2010a. Černý úhor ve vinicích a jeho vliv na révu vinnou. *Vinařský obzor*. 2010, roč. 103, č. 5, s. 232-234.
15. PAVLOUŠEK, P. 2010b. Ozelenění vinic v podmínkách České republiky. *Vinařský obzor*. 2010, roč. 103, č. 7-8, s. 352-354.

16. PAVLOUŠEK, P. 2011b. XVII. Kolokvium Mezinárodní pracovní skupiny pro ošetřování půdy a management kvality ve vinohradnictví. *Vinařský obzor*. 2011, roč. 104, č. 6, s. 300-301.
17. PAVLOUŠEK, P. 2011c. Réva vinná patří na svahy. *Vinařský obzor*. 2011, roč. 104, č. 1, s. 24-26.
18. PAVLOUŠEK, P. Několik poznámek k přípravě půdy před výsadbou. *Vinařský obzor*. 2014, roč. 107, č. 10, s. 486-487.
19. PAVLOUŠEK, P. Význam draslíku pro kvalitu hroznů. *Vinařský obzor*. 2013, roč. 106, č. 4, s. 188-189.
20. PAVLOUŠEK, P. Výživa révy vinné draslíkem, fosforem a hořčíkem. *Vinařský obzor*. 2006, roč. 99, č. 5, s. 209.
21. STÁVEK, R. Čím horší půda, tím hlouběji rigolovat. *Vinařský obzor*. 2011, roč. 104, č. 2, s. 82-83.
22. VANEK, G. Příprava půdy před zakladáním vinohradu. *Vinařský obzor*. 2003, roč. 96, č. 9, s. 393-394.
23. VRABEC, M. Šetrná příprava půdy před výsadbou vinice. *Vinařský obzor*. 2014, roč. 107, č. 10, s. 591-592.

Elektronické zdroje

1. Beck-online [cit. 2017-03-10] Dostupné z: <https://www.beck-online.cz/bo/chapter-interview-document.seam?documentId=onrf6mrqga2f6mzsgmxhazrrguwta>
2. Ekovín - svaz integrované produkce hroznů a vína [cit. 2017-03-11] Dostupné z: <http://www.ekovin.cz/choroby-a-skudci/deficience-zivin>
3. Gala Vinařství [cit. 2017-03-10] Dostupné z: <http://www.galavinarstvi.cz/vinice/vinice-2/>
4. Hotel Happy Star [cit. 2017-03-11] Dostupné z: <http://www.hotelhappystar.cz/wp-content/uploads/vinice21.jpg>
5. LERGP G.R.a.P.E. Pages [cit. 2017-03-10] Dostupné z: <http://lergp.org/year-planting/nutrient-management>
6. MIKLÍN, J. Galerie: Pálava a okolí [cit. 2017-04-19] Dostupné z: <http://www.janmiklin.cz/galerie/palava-a-okoli/>
7. Monitoring eroze zemědělské půdy [cit. 2017-08-03] Dostupné z: http://me.vumop.cz/mapserv/monitor/udalost_detail.php?gid=553
8. Multimediální učebnice hydroopedologických terénních měření, 2. doplněné vydání [cit. 2017-03-09] Dostupné z: <http://hydropedologie.agrobiologie.cz/images/neporuseny/neporus-foto08.jpg>
9. Pemag [cit. 2017-03-09] Dostupné z: <http://www.pemag.cz/vysadba/>
10. Pod korkem [cit. 2017-03-09] Dostupné z: <http://www.podkorkem.cz/wp-content/uploads/2015/06/sonberk4.jpg>
11. RICHTER, R. Příjem živin in: RYANT, Pavel: Multimediální učební texty z výživy rostlin [online]. Brno: Ústav agrochemie a výživy rostlin, MZLU v Brně, 2003, 28.01.2004 [cit. 2016-12-10] Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/biogenni_prvky/a_index_biogen.htm
12. ŠKARPA, P. Laboratorní výuka z výživy rostlin: multimediální učební texty. [online] Brno: MENDELU, 2009. 26.1.2010 [cit. 2017-03-27] Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/laborator/index.php?N=1&I=3&J=9&K=0
13. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský – Zpráva o činnosti ÚKZÚZ za rok 2015 [cit. 2017-04-19] Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/487467/VYROCNÍ_ZPRAVA_2015_final.pdf

Judikatura

1. Zákon č. 321/2004 Sb. o vinohradnictví a vinařství a o změně některých souvisejících zákonů ze dne 29. dubna 2004
2. Nařízení vlády č. 142/2014 Sb. o stanovení bližších podmínek při provádění opatření společné organizace trhů se zemědělskými produkty v oblasti vinohradnictví a vinařství ze dne 9. července 2014

SEZNAM ZKRATEK

Cox - oxidovatelný uhlík

CEc – černozem karbonátová

EDTA - kyselina ethylendiamintetraoctová

FK - fulvické kyseliny

HK - huminové kyseliny

HL - humusové látky

HNa – hnědozem antropická

RZm – rendzina modální

Sh - stupeň humifikace

TKSP - taxonomický klasifikační systém půd

ZPF – zemědělský půdní fond

SEZNAM TABULEK

- Tabulka 1: Hodnocení obsahu přístupných živin ve vinohradech podle Mehlicha III (Hlušek a kol., 2015)
- Tabulka 2: Doporučené dávky fosforu, draslíku a hořčíku pro vinice před výsadbou (Trávník a kol., 2012)
- Tabulka 3: Meliorační dávky CaO podle Hubáčkové (in Hlušek, 2015)
- Tabulka 4: Celková potřeba dusíku révou vinnou (Vaněk a kol., 2012)
- Tabulka 5: Celková potřeba fosforu u révy vinné (Vaněk a kol., 2012)
- Tabulka 6: Celková potřeba draslíku révou vinnou (Vaněk a kol., 2011)
- Tabulka 7: Celková potřeba vápníku révou vinnou (Vaněk a kol., 2011 a Hlušek a kol., 2015)
- Tabulka 8: Celková potřeba hořčíku révou vinnou (Vaněk a kol., 2011 a Hlušek a kol. (2015)
- Tabulka 9: Odběr mikroelementů révou vinnou při výnosu 10 t.ha⁻¹ (Pavloušek, 2011a)
- Tabulka 10: Hodnocení aktivní půdní reakce
- Tabulka 11: Hodnocení výměnné půdní reakce
- Tabulka 12: Hodnocení obsahu oxidovatelného uhlíku a humusu (Prax a kol., 1995)
- Tabulka 13: Hodnocení specifické elektrické vodivosti vodního výluhu půdy (Zbiral a kol. 2010)
- Tabulka 14: Zrnitostní složení rendziny modální (Stanoviště 1)
- Tabulka 15: Půdní reakce (pH) a vodivost půdního výluhu u rendziny modální (Stanoviště 1)
- Tabulka 16: Obsah humusu a kvalita humusových látek u rendziny modální (Stanoviště 1)
- Tabulka 17: Obsah vybraných živin u rendziny modální (Stanoviště 1)
- Tabulka 18: Zrnitostní složení hnědozemě antropické (Stanoviště 2)
- Tabulka 19: Půdní reakce (pH) a vodivost půdního výluhu u hnědozemě antropické (Stanoviště 2)
- Tabulka 20: Obsah humusu a kvalita humusových látek u hnědozemě antropické (Stanoviště 2)
- Tabulka 21: Obsah vybraných živin u hnědozemě antropické (Stanoviště 2)
- Tabulka 22: Zrnitostní složení černozemě karbonátové (Stanoviště 3)

- Tabulka 23: Půdní reakce (pH) a vodivost půdního výluhu u černozemě karbonátové (Stanoviště 3)
- Tabulka 24: Obsah humusu a kvalita humusových látek u černozemě karbonátové (Stanoviště 3)
- Tabulka 25: Obsah vybraných živin u černozemě karbonátové (Stanoviště 3)

SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obr. 1: Vinohradnictvím poznamenaná krajina Jižní Moravy (janmiklin.cz)
- Obr. 2: Typicky volené stanoviště révy vinné (galavinarstvi.cz)
- Obr. 3: Žádost o udělení práva na opětovnou výsadbu (beck-online.cz)
- Obr. 4: Klučení vinohradu pomocí mechanizace (pemag.cz)
- Obr. 5: Důsledek eroze svahu ve vinici (me.vumop.cz)
- Obr. 6: Vinice na terasách v obci Hnízdo (hotelhappystar.cz)
- Obr. 7: Druhově bohatá směs bylin (ekovin.cz)
- Obr. 8: Použití rigolačního pluhu (pemag.cz)
- Obr. 9: Odběr neporušeného půdního vzorku (hydropedologie.agrobiologie.cz)
- Obr. 10: Kořenový systém révy vinné (lergp.org)
- Obr. 11: Projev nedostatečné výživy révy dusíkem (Richter, 2004)
- Obr. 12: Hráškovatění hroznů v důsledku nedostatečné výživy révy fosforem (ekovin.cz)
- Obr. 13: Projev nedostatku draslíku (ekovin.cz)
- Obr. 14: Vývoj nekrózy v důsledku nedostatečného obsahu vápníku v listech révy vinné (Richter, 2004)
- Obr. 15: Abiotické odumírání třapiny hroznů v důsledku nedostatečné výživy révy hořčíkem (ekovin.cz)
- Obr. 16: Masivní napadení plísní šedou v důsledku nedostatku síry (ekovin.cz)
- Obr. 17: Fotografie půdního profilu rendziny modální na slínu (foto: Pospíšilová, 2016)
- Obr. 18: Fotografie půdního profilu hnědozemě antropické na spraši (foto: Pospíšilová, 2016)
- Obr. 19: Fotografie půdního profilu černozemě karbonátové na spraši (foto: Pospíšilová, 2016)
- Obr. 20: Acidobazická tlumící schopnost rendziny modální na slínu (Stanoviště 1)
- Obr. 21: Acidobazická tlumící schopnost hnědozemě antropické (Stanoviště 2)
- Obr. 22: Acidobazická tlumící schopnost u černozemě karbonátové (Stanoviště 3)