

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta lesnická a dřevařská



Diplomová práce

2017

Milan Korčák

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra pěstování lesů



Vliv alginitu na růst a prosperitu výsadeb lesních dřevin při zalesňování zemědělských půd

Diplomová práce

Autor: Bc. Milan Korčák

Vedoucí práce: prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.

2017

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Milan Korčák

Lesní inženýrství

Název práce

Vliv aginitu na růst a prosperitu výsadeb lesních dřevin při zalesňování zemědělských půd

Název anglicky

Influence of alginite on growth and prosperity of plantations of forest tree species on afforested agricultural lands

Cíle práce

- Posouzení vlivu aginitu na vývoj porostů lesních dřevin na zalesněných zemědělských půdách na specifických stanovištích v oblasti Polabí.
- Kvantifikace růstu výsadeb na těchto stanovištích
- Vyhodnocení růstu dubu letního v čistých porostech a ve směsích

Metodika

Zpracování rešerše s problematikou zalesňování zemědělských půd,

Obnova a údržba ploch v oblasti řešení,

Měření výškových a tloušťkových charakteristik porostů

Posouzení zdravotního stavu jedinců

Posouzení vhodnosti zvolených dřevin a aplikovaných pěstebních postupů

Statistické zpracování výsledků měření

Doporučený rozsah práce

50 s.

Klíčová slova

Zalesňování, zemědělské půdy, růst porostů, vitalita porostů, stabilita porostů

Doporučené zdroje informací

- DUŠEK D., SLODIČÁK M. 2009: Struktura a statická stabilita porostů pod různým režimem výchovy na zemědělské půdě, Zprávy lesnického výzkumu, 54: 12-16.
- HATLAPATKOVÁ L., PODRÁZSKÝ V. 2011. Obnova vrstev nadložního humusu na zalesněných zemědělských půdách. Zprávy lesnického výzkumu, 56: 228 – 234.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J. 2008. Rychlost obnovy charakteru lesních půd na zalesněných lokalitách Orlických hor. Zprávy lesnického výzkumu, 53: 89 – 93.
- PODRÁZSKÝ V. 2006: Effects of thinning regime on the humus form state. Ekológia (Brat.). 25: 298 – 305.
- VACEK S., SIMON J. ET AL. 2009. Zakládání a stabilizace lesních porostů na bývalých zemědělských a degradovaných půdách. Lesnická práce, s.r.o., vydavatelství a nakladatelství, Kostelec nad Černými Lesy: 784 s.

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – FLD

Vedoucí práce

prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra pěstování lesů

Elektronicky schváleno dne 3. 2. 2016

prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 29. 1. 2017

prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Děkan

V Praze dne 16. 04. 2017

Prohlašuji, že jsem diplomovou prací na téma **Vliv alginitu na růst a prosperitu výsadeb lesních dřevin při zalesňování zemědělských půd** vypracoval samostatně pod vedením prof. Ing. Viléma Podrázského, CSc. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Praze dne

Poděkování

Děkuji vedoucímu práce prof. Ing. Vilému Podrázskému za odborné vedení při zpracování této bakalářské práce a možnosti podílet se na výzkumu zabývajícím se zalesňováním zemědělských půd. Dále děkuji doc. Ing. Zahradníkovi za pomoc při zpracování naměřených dat.

Abstrakt

Tato diplomová práce hodnotí vliv organogenní usazené horniny alginitu na mortalitu, výšku a výživu asimilačního aparátu borovice lesní (*Pinus sylvestris*), dubu letního (*Quercus robur*), dubu červeného (*Quercus rubra*) a javoru mléče (*Acer platanoides*) na intenzivně obhospodařované zemědělské půdě v nízké nadmořské výšce 200 m n. m. Dále porovnává růst dubu letního v čistých porostech a ve směsích. Bylo posuzováno 6022 sazenic, z toho: 1820 ks borovice lesní, 2700 ks dub letní, 712 ks dub červený, 790 ks javor mléč. V letech 2013-2016 proběhlo každoroční měření výšek vysazených dřevin a byla zjištěna mortalita. Výsledky ukázaly pozitivní vliv meliorační hmoty alginitu v přiměřené dávce 0,5 kg na dřevinu u dubu letního ve směsi na teplém a relativně suchém stanovišti. U borovice lesní výsledky ukázaly negativní vliv meliorační hmoty alginitu na teplém a relativně suchém stanovišti. Dále výsledky prokázaly vyšší prosperitu dubu letního ve směsi oproti čistým porostům při zalesňování zemědělských půd v nízkých nadmořských výškách.

Klíčová slova

zalesňování, zemědělské půdy, růst porostů, vitalita porostů, stabilita porostů

Abstract

This thesis evaluates the influence of organogenous sedimentary alginite rock on mortality, height and nutrition of assimilation apparatus of Scots pine (*Pinus sylvestris*), pedunculate oak (*Quercus robur*), red oak (*Quercus rubra*) and Norway maple (*Acer platanoides*) on intensively managed farmland in low altitude of 200 metres above sea level. Furthermore it compares growth of pedunculate oak in pure stands and in mixtures. 6022 seedlings were assessed, of which 1820 pieces of Scots pine, 2700 pieces of summer oak, 712 pieces of red oak, 790 pieces of Norway maple. In the years 2013-2016 height measurements of planted trees were held annually and their mortality of plantations was determined. The results showed positive effect of ameliorative matter of alginite in reasonable rate of 0.5 kg per the tree at summer oak in mixture in warm and relatively dry habitats. For Scots pine results showed a negative effect of ameliorative materials of alginite in warm and relatively dry habitats. Furthermore, results showed greater prosperity of pedunculate oak in the mixture compared to pure stands in afforestation of agricultural land at low altitudes.

Key words

afforestation, farmland, stand growth, stand vitality, stand stability

Obsah

1	Úvod	11
2	Cíl Práce	12
3	Zalesňování zemědělských půd v České republice	13
3.1	Charakteristika zemědělské půdy.....	13
3.2	Historie zalesňování zemědělských půd.....	14
3.3	Příklady zalesnění zemědělských půd.....	16
3.4	Výběr dřevin pro zalesňování zemědělských půd	16
3.5	Vliv změny klimatu na výběr dřevin	17
3.6	Charakteristika zvolených dřevin.....	20
3.6.1	Borovice esní.....	20
3.6.2	Dub letní.....	21
3.6.3	Dub červený	22
3.6.4	Javor mléč.....	23
3.5	Alginit.....	24
4	Metodika práce.....	25
4.1	Popis oblasti.....	25
4.2	Založení výzkumné plochy.....	27
4.3	Metody měření a hodnocení výsledků.....	29
5	Výsledky.....	30
5.1	Mortalita dřevin	30
5.2	Výška dřevin	37
5.3	Koncentrace živin v asimilačním aparátu.....	45
5.4	Zdravotní stav dřevin.....	49
6	Diskuse	50
7	Závěr.....	52
8	Seznam literatury a použitých zdrojů.....	53

Seznam tabulek, obrázků a grafů

Tabulka č. 1: Mortalita jednotlivých druhů dřevin v letech 2013-2016

Tabulka č. 2: Celková mortalita jednotlivých druhů dřevin v letech 2013-2016

Tabulka č. 3: Přírůsty jednotlivých druhů dřevin v letech 2013-2016

Tabulka č. 4: Koncentrace živin v asimilačním aparátu dřevin

Tabulka č. 4: Zdravotní stav dřevin

Graf č. 1: Mortalita dubu letního bez příměsi dalších dřevin v jednotlivých letech

Graf č. 2: Mortalita dubu letního ve směsi v jednotlivých letech

Graf č. 3: Porovnání mortality dubu letního ve směsi a bez příměsi dalších dřevin v jednotlivých letech

Graf č. 4: Porovnání celkové mortality dubu letního ve směsi a bez příměsi

Graf č. 5: Mortalita dubu červeného v jednotlivých letech

Graf č. 6: Mortalita javoru mléče v jednotlivých letech

Graf č. 7: Mortalita borovice lesní v jednotlivých letech

Graf č. 8: Celková mortalita jednotlivých druhů dřevin v letech 2013-2016

Graf č. 9: Přírůsty dubu letního bez příměsi v jednotlivých letech

Graf č. 10: Přírůsty dubu letního ve směsi v jednotlivých letech

Graf č. 11: Porovnání přírůstů dubu letního ve směsi a bez příměsi dalších dřevin v jednotlivých letech

Graf č. 12: Porovnání výšek dubu letního ve směsi a bez příměsi

Graf č. 13: Výšky jednotlivých druhů dřevin v letech 2013-2016

Graf č. 14: Koncentrace dusíku v asimilačním aparátu

Graf č. 15: Koncentrace fosforu v asimilačním aparátu

Graf č. 16: Koncentrace draslíku v asimilačním aparátu

Graf č. 17: Koncentrace vápníku v asimilačním aparátu

Graf č. 18: Koncentrace hořčíku v asimilačním aparátu

- Obr. 1: Vegetační stupňovitost ČR – současný stav (Zdroj: Lacina 2015)
- Obr. 2: Vegetační stupňovitost ČR – prognóza změny rok 2031-2050
- Obr. 3: Dubohabřiny a lipové doubravy na mapě potencionální přirozené vegetace ČR
- Obr. 4: Lokalizace výzkumné plochy 2 (U Hnojště) v mapě přírodních lesních oblastí České republiky.
- Obr. 5: Lokalizace výzkumné plochy 2 (U Hnojště)
- Obr. 6: Schéma výzkumné plochy 2 (U Hnojště).

Seznam použitých zkratk a symbolů

ČZU	Česká zemědělská univerzita
FLE	Fakulta lesnická a environmentální
k. u.	katastrální úřad
ks	kusů
LS	lesní správa
n. m.	nad mořem
UHUL	Ústav pro hospodářskou úpravu lesů

1 Úvod

V České republice se dle katastru nemovitostí k 31.12.2015 nacházelo 4 211 935 ha zemědělské půdy (zdroj: <http://www.cuzk.cz>). Zefektivněním zemědělské výroby a vyššími výnosy na jednotku plochy dochází, nejenom v České republice, ale v celé Evropě k nadprodukcí zemědělských plodin. V některých regionech dochází k omezení obdělávání některých ploch na málo produktivní půdě a vzniká potřeba využít tuto zemědělskou půdu jinak. Jednou z ekonomicky zajímavých možností je zalesnění zemědělské půdy. Odhady rozlohy zemědělské půdy určené k zalesnění v České republice se dle zdrojů dosti liší a uvádějí se v řádu desetitisíců až statisíců hektarů.

Zalesňováním zemědělských půd dochází k výraznému zpomalení půdní eroze, retenci vodních srážek, větší biodiverzitě v krajině, zlepšuje se mikroklima, celkově se zlepšuje životní prostředí a nezanedbatelná je i krajínotvorná složka. Zalesněná plocha přináší produkci cenné obnovitelné suroviny dřeva, ekologického materiálu pro výrobu, chemické zpracování a palivo.

Zalesňování zemědělských ploch je problematické, zejména při počátečním růstu dřevin po výsadbě, kdy jsou rostliny vystaveny nedostatku vláhy a nepříznivému stavu půdy. V současné době se v praxi využívají k usnadnění zalesnění nelesních ploch a zvýšení ujmavosti a prosperity výsadeb chemické nebo biologické meliorace.

U obce Předboj, 6 km severně od Prahy, okres Praha východ, kraj Středočeský, byla zřízena v roce 2013 pokusná plocha na intenzivně obhospodařované zemědělské půdě, kde byl při výsadbě lesních dřevin do půdy přimísen v různých dávkách organogenní materiál alginit.

2 Cíl práce

Cílem práce je posouzení vlivu organogenního materiálu alginitu na vývoj porostů lesních dřevin na intenzivně obhospodařovaných zemědělských půdách v oblasti Polabí, konkrétně zda a jaký má vliv aplikace alginitu do půdy na iniciální růst, ujmavost a prosperitu vybraných kultur lesních dřevin při zalesňování intenzivně obhospodařované zemědělské půdy v nízkých nadmořských výškách ohrožovaných suchem.

Kvantifikace růstu výsadeb na těchto stanovištích a vyhodnocení růstu dubu letního v čistých porostech a ve směsích.

3 Zalesňování zemědělských půd v České republice

3.1 Charakteristika zemědělské půdy

Zemědělská půda je plocha na zemském povrchu zapsána v katastru nemovitostí jako zemědělský pozemek. Zemědělská půda určená k zalesnění je většinou pole, tedy orná půda, louka nebo pastvina. U zemědělské půdy došlo vlivem neustálého narušování půdního horizontu a pěstování zemědělských monokultur ke změně v textuře půdy, půdní mikroflóry a půdního chemismu. V důsledku neexistence půdního pokryvu vegetací v určitém časovém úseku daného agrotechnickými postupy dochází u zemědělské půdy k vodní a větrné erozi. Dalším problémem je zhutněná svrchní, ale i spodní vrstva půdního horizontu a především drastický pokles obsahu půdní organické hmoty s následným dopadem na dynamiku půdních živin, především dusíku. Pórovitost zemědělských půd v České republice je 42,4 – 53,3 %, objemová hmotnost 1,4 – 1,6 g/cm³, obsah humusu 0,5 – 10 % (Poláková 2000).

Vopravil et al. (2011) uvádějí, že k trvalému snížení škodlivého účinku větru lze dosáhnout tím, že se větru postaví překážka, a to buď umělá větrná zábrana nebo ochranný lesní pás. Dále uvádějí jako jedno z možných opatření k předejití tvorby povrchového odtoku vody zalesnění svažitéch pozemků. Významnou environmentální funkcí lesa je poutání uhlíku a tím ovlivnění trendu zvyšování obsahu skleníkového plynu CO₂ v atmosféře.

Zdálo by se, že u zalesňování zemědělských půd bude problém s absencí mykorhizních hub, které jsou důležité pro prosperitu lesních dřevin, ale ze studie, kterou provedl Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, V. V. I. Jíloviště – Strnady v roce 2005–2007 vyplývá, že při zalesnění dochází k spontánnímu rozšíření mykorhizních hub již u mladých lesních kultur (Kacálek 2007).

3.2 Historie zalesňování zemědělských půd

Do 15. století se v lesích uplatňovala převážně toulavá těžba. Obnova lesa probíhala přírodně, díky spontánním procesům, bylo lesů dostatek a tak nebylo potřeba, aby se o ně někdo staral. V 16. století dochází v Čechách k odlesňování rozsáhlých ploch v důsledku pokračující kolonizace. V lesích se začínají upřednostňovat potřebné dřeviny ponecháním výstavků a tímto se začíná měnit původní zastoupení dřevin. První zmínka o pěstování lesů sadbou u nás pochází z roku 1664, kdy na základě podnětu Jana Adolfa Schwarzenberga vzniká první lesní školka. Avšak až do sedmdesátých let 18. století, kdy došlo k rozšíření lesních školek, se provádělo zalesňování převážně sítí (Nožička 1957).

Podle sumáře Josefinského katastru (zpracován v letech 1785-1789) měly v tehdejších svých hranicích české země 1 974 060 ha lesní půdy. Rozloha lesů se postupně zvětšovala až na 2 350 990 ha v roce 1910 (Nožička 1957). Nárůst si lze vysvětlit jako výsledek zalesňování.

K rozsáhlému zalesňování zemědělské půdy v České republice došlo po roce 1945, na základě záboru pozemků po odsunutých německých obyvatelích. Převážná část byla zalesněna smrkem ztepilým (*Picea abies* L.).

Zajímavý příklad zalesnění z tohoto období popisuje lesník Hugo Konias: V roce 1948 byly v pohraničním území polesí Olešnice a Deštné zalesněny rozsáhlé zemědělské plochy, 700 – 900 m n. m.. Zalesněny byly polní úhory, kde se nacházely nálety vrby jívy a jeřábu. Do podúrovně těchto náletů byly vysazeny bukové sazenice. Dále byly zalesněny kosené louky, kde byla provedena síje javoru klenu, buku a břízy (bříza do 800 m n. m.). U javoru klenu a buku byla provedena síje do zkyprěných pruhů a formou miskové síje. Misková síje dosáhla lepších výsledků než síje do pruhů. Ve zkyprěných pruzích došlo k značné mortalitě z důvodu přemnožení myší a rychlému nárůstu pýru plazivého. Úspěšnost březové síje byla nepatrná. Postupně přibývalo vrby jívy a jeřábu. Rozšíření jeřábu bylo dosaženo krmením zvěře jeřabinami. Veškerá síje byla provedena ze semen sklizených ve stejných klimatických polohách. Bukové sazenice na volném prostoru byly v dobré kondici díky přistínění trávou ve vegetačním období a sněhem v zimě. Louky podél potoků byly ponechány, nezalesňovaly se (Konias 1951).

Po roce 1990 dochází k dalšímu nárůstu zalesňování zemědělských půd, což se děje za finanční podpory na zalesnění zemědělských pozemků. Do roku

2003 byly dotace na zalesňování poskytovány pouze z národních finančních zdrojů. Od roku 2004 je zalesňování podporováno především z evropských finančních zdrojů, nejdříve z Horizontálního plánu rozvoje venkova ČR pro období 2004-2006, na který od roku 2007 navázal Program rozvoje venkova ČR (zdroj: <http://www.uhul.cz>).

3.3 Příklady zalesnění zemědělských půd

Při zalesňování určitého území bychom měli přistupovat individuálně a s citem k danému místu. Respektovat krajinný ráz a historický vývoj daného místa. Nezalesňovat celistvě plochy na úkor snížení biodiverzity daného místa, ale snažit se zalesněním krajinu obohatit nejenom funkčně ale i esteticky.

V devadesátých letech dvacátého století proběhlo posouzení vhodnosti transformace zemědělské půdy na les z hlediska heterogenity krajiny, biotické diverzity a sosiekologické hodnoty části krajiny středočeského Polabí. Z tohoto výzkumu vyplynulo, že je nejdůležitější zachovat původní (reliktní, zbytkové) elementy a dále prostorový vzor vysoce heterogenní mozaiky otevřené krajiny. Urychlené zalesnění na větších plochách je v tomto po staletí minimálně zalesněném regionu necitlivé a pro většinu původních druhů nepříznivé (Urban, Urbanová, Mimra, Součková 1993).

Vacek a Simon (2009) uvádějí, že není vhodné zalesňovat pozemky zarostlé keři, které mohou sloužit k záchraně celé řady ohrožených druhů, které nepřežijí na poli ani v lese a dále nelesní enklávy v lesních komplexech a jejich okrajích, které jsou nejcennější ekotonová prostředí z hlediska biodiverzity.

Zalesnění zemědělské půdy v lužním stanovišti proběhlo v roce 2003 v katastrálním území Brod nad Dyjí při vodní nádrži Nové Mlýny. Bylo vysazeno 16 druhů dřevin s největším zastoupením v zalesnění dubu

letního (34 %), jasanu ztepilého (25 %), šlechtěných topolů (11%) a olše lepkavé (9%). Z celkové plochy 79 ha bylo provedeno zalesnění sítí u dubu letního na 12 ha a u ořešáku černého na 3 ha. Na zbývající ploše bylo provedeno zalesnění výsadbou. Ve 4. roce po zalesnění byla kultura zajištěna (Hrib 2007).

3.4 Výběr dřevin pro zalesňování zemědělských půd

Pro úspěšnou přeměnu zemědělských půd na les je nejdůležitější vhodná volba dřevin a péče o ně. Základním kritériem pro tuto volbu je zařazení pozemku do souboru lesních typů, což hlavně ovlivňuje nadmořská výška, reliéf terénu, geologické poměry a míra ovlivnění vodou. O zařazení pozemků do typologické jednotky rozhoduje místně příslušné pracoviště Ústavu pro hospodářskou úpravu lesů (ÚHÚL) v Brandýse nad Labem (Vacek, Slávik 2006).

Na znovu zalesňovaných plochách je vhodné navrhnout odpovídající druhové složení dřevin na základě mapy potencionální přirozené vegetace. Mapa potencionální přirozené vegetace je vyjádřením současného ekologického potenciálu krajiny. Vzájemným porovnáním vztahu vegetace a stanoviště lze využít mapu potencionální přirozené vegetace pro simulaci potencionálního vlivu předpokládaných klimatických změn na vegetaci, biodiverzitu a produktivitu území (Neuhäuslová 2001).

Smíšené porosty odpovídající stanovišti by měly přispívat k zachování zdravotního stavu lesa, udržení produkční schopnosti a ke zvýšení stability porostů (Vacek, Podrázský 2006). U dřevin, které částečně tolerují stín, lze využít stávající náletové dřeviny a vzrostlou vegetaci k ochraně před zvěří a vytvoření vhodného mikroklimatu.

Při zalesňování je třeba brát v potaz stávající poznatky o ekologické valenci dřevin, ekologické stabilitě a biodiverzitě porostů. Je třeba, aby zalesňování zemědělských ploch bylo v souladu s požadavkem na zastoupení stanovištně vhodných dřevin (Vacek, Mikeska 2006). Měli by se vysazovat i dřeviny hospodářsky méně významné, které jsou součástí přirozených lesních

ekosystémů (Šindelář 1995).

Autoři výzkumu na zalesněných zemědělských plochách v oblasti LS Český Rudolec uvádí, že na relativně bohatých zemědělských půdách je žádoucí vysazovat dřeviny s výrazným vlivem na prevenci ztrát živin. Je nutno klást důraz na pěstování smíšených porostů, zejména u dřevin s vysokými nároky na živiny a u dřevin s výrazným negativním dopadem na stav půd. Konkrétně zjistili, že z vysazených dřevin na bývalé zemědělské půdě bříza prokázala výrazné meliorační účinky, dub červený meliorační vliv nevykazoval a byl u něj patrný odběr živin, smrk neprojevil výraznější degradaci půdy, modřín způsobil nejvýraznější acidifikaci (Podrázský, Štěpáník 2002).

Šarapatka et al. (2002) popisuje vliv vegetace na organickou hmotu v půdě. Značné rozdíly popisuje u opadavého lesa na bohatších stanovištích s dostatkem Ca ve srovnání se stanovišti kyselými s nedostatkem Ca, kde dochází k akumulaci surového humusu na povrchu půdy a vlastní humus je v několika málo centimetrech povrchového horizontu.

3.5 Vliv změny klimatu na výběr dřevin

Centrum výzkumu globální změny AV ČR uvádí, že k zvýšení koncentrace oxidu uhličitého (CO₂) a dalších plynů došlo z pohledu geologické minulosti náhle a mimořádným tempem, s počátkem nárůstu nápadně shodným s počátkem masivního využívání fosilních paliv. Atmosférická koncentrace skleníkových plynů oxidu uhličitého (CO₂), metanu (CH₄) a oxidu dusného (N₂O) se od roku 1750 zvýšil v důsledku lidské činnosti. Podle předpovědí dojde ve střední a východní Evropě k poklesu srážek v letním období, což způsobí vyšší vodní stres a dojde k poklesu produkce v lesním hospodářství. (Trnka et al., 2015)

V roce 1993–1995 vznikla územní studie změny klimatu pro Českou republiku, kde se očekává v roce 2030 prodloužení bezmrazého období o 20 – 30 dnů. Půdy na kterých došlo k poškození fyzikálního stavu podorničí a snížení retenční schopnosti (většina intenzivně obhospodařované zemědělské půdy) dojde ke snížení jejich biologické

aktivity. Predikuje se rozpad neadaptivních porostů, zejména v smrkových a borových monokulturách. Je nezbytné zajistit biologickou rozmanitost lesních ekosystémů změnou druhové skladby s větším zastoupením listnatých dřevin a využití přírodě blízkých pěstebních postupů. (Kalvová 1996)

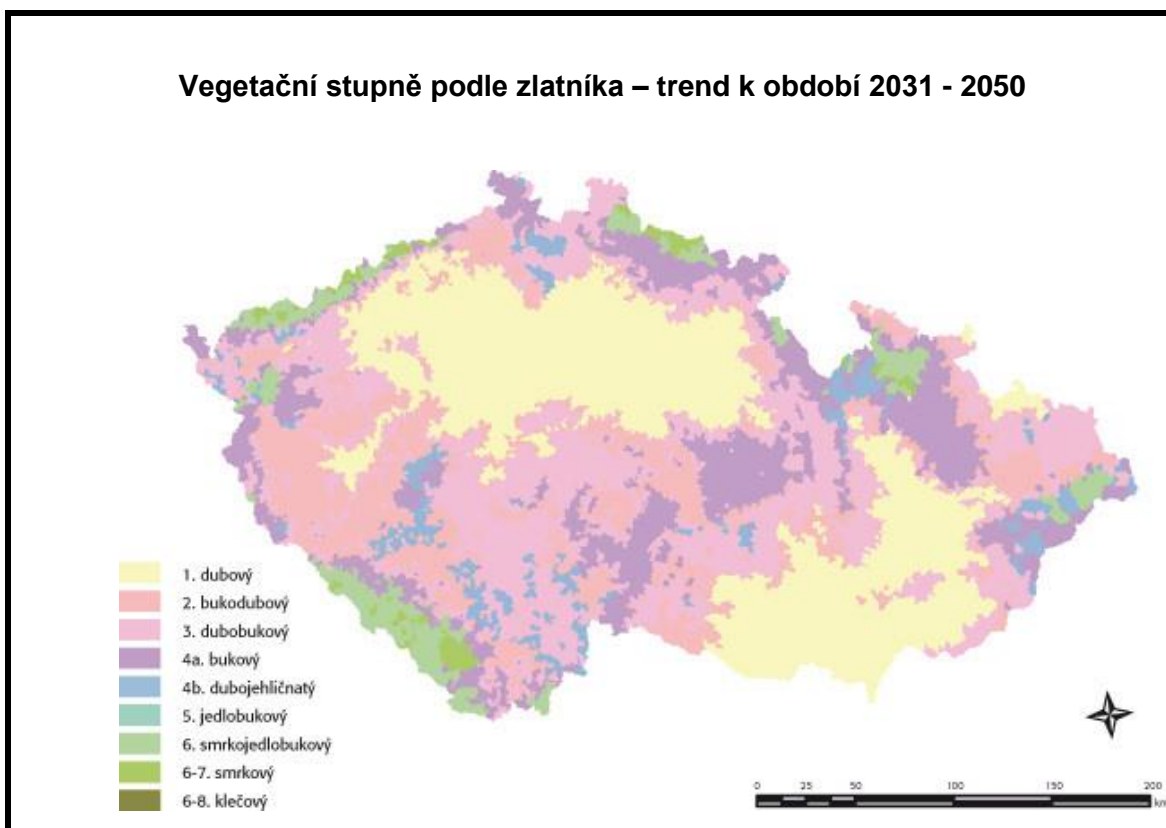
Změnou klimatických podmínek budou ohroženy více dřeviny rostoucí na ekologickém okraji svého areálu než dílčí populace rostoucí v optimálních podmínkách. K ohroženým dřevinám patří hlavně smrk vysazovaný v nižších LVS (lesní vegetační stupeň) než 7. Taxony se značnou ekovalencí jako jsou např. některé pionýrské druhy mají větší adaptační schopnost na změny prostředí než většina klimaxových druhů. Dojde-li k zvýšení průměrných teplot až o 2 C a snížení vlhkosti bude méně problémů s druhy jako jsou bříza, osika, olše, borovice lesní, modřín, dub, habr, lípa, dub červený, ořešák, akát, javor. (Šindelář 1995)

Předpokládá se, že současný stav smrkových porostů v nízkých a středních polohách se při zvýšení průměrné roční teplotě zhorší i kdyby srážky zůstaly ve stejném množství a ve stejném časovém rozdělení jako dnes. Při zvýšení teplot se zvýší intercepční výpar a výpar z půdy. Dojde k zpomalení rozkladu organické hmoty v důsledku nedostatku vlhkosti, zhoršení výživy, snížení vitality, produkce a stability porostů. Listnaté dřeviny snášejí silná sucha lépe, v extrémním případě dokážou regulovat výdej vody opadem listů. Jako hlavní důsledek změn klimatu se předpokládá nezbytnost omezení pěstování smrku ve vegetačním pásmu dubovém a dubobukovém a nahrazení smrku převážně listnáči. (Vinš et al., 1996)

Předpokládané změny klimatu se projeví v posunu vegetačních stupňů. Na obr. 2 je znázorněn prognózovaný posun vegetačních stupňů po roce 2030 oproti současnému stavu (obr. 1). Předpokládá se, že 1. a 2. vegetační stupeň se zvýší ze současných 15,51 % na 46,55 % území, 3. a 5. vegetační stupeň se sníží ze současných 80,80 % na 52,24 % území, 6. – 8. vegetační stupeň klesne na třetinu oproti současnému stavu (Lacina et al., 2015).



Obr. 1: Vegetační stupňovitost ČR – současný stav (Zdroj: Lacina 2015)



Obr. 2: Vegetační stupňovitost ČR – prognóza změny rok 2031-2050 (Zdroj: Lacina 2015)

3.6 Charakteristika zvolených dřevin

3.6.1 Borovice lesní

Borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) je nejznámější a nejrozšířenější borovice v České republice. Borovice se dvěma jehlicemi ve svazečku, s mohutným hluboko kořenícím kúlovým kořenem. Strom dosahující výšky až 40 m, světlomilná dřevina s velkou ekologickou amplitudou, snášející zamokřená i vysychavá stanoviště na chudých i živných půdách. Areál borovice lesní zahrnuje mírný a chladnější pás celé Evropy a Asie. Je to dřevina s všestrannou klimatickou přizpůsobivostí a vysokou odolností vůči krátkodobým i dlouhodobým klimatickým výkyvům (Vinš et al., 1996).

Roste v klimaticky i edaficky velmi rozdílných podmínkách, od nejnižších poloh až do 1000 m n. m., na suchých písčitých půdách i podmáčených půdách. U borovice je důležité zvolit vhodný ekotyp. Borové monokultury způsobují degradaci půdy, proto by se borovice měla vysazovat s příměsí listnatých dřevin.

Degradaci lesních půd v důsledku pěstování borových monokultur popsali např. Konias -Mottl v r. 1951 v oblasti týništských borů. Uvedli, že třetí generace jehličnanů již není schopna se sama obnovit a dochází k poruchám v růstu a vývoji další generaci lesa. Jako nápravné opatření, vedoucí k opětovné regeneraci půd daného regionu navrhli a začali uskutečňovat přeměnu borových porostů na porosty smíšené, v nichž by 40% měla zaujímat borovice vhodné provenience, 40% dub a zbylých 20% by mělo být tvořeno listnáči s výrazným melioračním působením (lípou, bukem a habrem) (zdroj: //fle.czu.cz).

Monokultury smrků a borovic založené v nížinných nebo pahorkatinných oblastech vedou k významnému hromadění povrchového surového humusu, který produkuje mnoho humusových kyselin. Tento proces způsobuje okyselení půd a vyplavování živin spolu s půdními koloidy do spodin, kde se tvoří rezivý a často nepropustný horizont. To má pak za následek omezení půdního prostoru pro kořenový systém, mělkost profilu s nedostatkem půdní vláhy a živin a následné snížení růstu porostu (Poleno, Vacek 2011).

Na chudých, kyselých a vysychavých stanovištích zejména v dubovém vegetačním stupni, buko – dubovém a dubo – bukovém vegetačním stupni nachází uplatnění borovice ve směsi s dubem. Od buko – dubového a zejména dubo – bukového vegetačního stupně by měl být přimísen i buk, který jako stinná

dřevina lépe kryje půdu. Zajímavou možnost nabízejí v podmínkách dubo – bukového a bukového vegetačního stupně borové porosty s rovnoměrnou příměsí buku. Obtížně se však zakládají současnou výsadbou. Buk, zejména na chudších půdách nedokáže v mládí udržet růstové tempo borovice. Ideální je proto podsadba bukem později, kdy borovice již propouští dostatek světla. Buk v podúrovni kryje a melioruje půdu a čistí borové kmeny. V době technické zralosti borovice (100-120 let) buk již vrůstá do úrovně borovice. Po šetrném vytěžení borovice zůstane porost buku, který během dalších 20-30 let dá další mytní výtěž (Vacek, Slávik 2006).

Borovici lesní je třeba vysazovat s dřevinami melioračními, diferencovaně podle stanovištních podmínek. Na velmi chudých až extrémních podkladech se s borovicí obvykle uplatňuje pouze příměs břízy bělokoré (Šindelář, Frýdl 2005).

3.6.2 Dub letní

Dub letní (*Quercus robur* L.) je mohutný, pomalu rostoucí listnatý strom dosahující výšky až 40 m. Světlo milný s největšími nároky na světlo v horní části koruny. Roste hlavně na živných půdách v nižších polohách a pahorkatinách. Dělí se na dva ekotypy – lužní ekotyp rostoucí na půdách ovlivněných vodou a stepní ekotyp rostoucí na suchých půdách.

Dub letní z hlediska udržení trvalé produktivity půdy a se zřetelem na tvorbu vhodného nadzemního porostu, vyžaduje příměs melioračních dřevin. V porostech dubu letního, především v lužních lesích, se v podrostu vedle dřevin stromovitěho růstu uplatňují i druhy růstu keřovitěho (Šindelář, Frýdl 2005).

Dub letní je vhodný pro zalesňování zemědělských půd od doubrav po spodní hranici bučin. Na chudých půdách od nížin do dubo-bukového vegetačního stupně se dub uplatňuje ve směsi s borovicí, břízou, habrem a bukem, lípou až do spodní hranice bučin. Uplatnění buku ve směsi s dubem roste s nadmožkou výškou a živností stanoviště. Na živných půdách dobře zásobených humusem, v aluviálních polohách lze k dubu přimísit zejména javor, jilm, jasan a lípu (Vacek, Simon 2009).

V dnešní době má dub letní hranici svého rozšíření do 400–500 m n. m. V případě teplotních změn směrem k vyšším hodnotám se hranice dubu letního bude posouvat do vyšších poloh a tím lze předpokládat, že se bude zvětšovat

plocha možného rozšíření této dřeviny.

Při výsadbě dubu je třeba rozlišovat mezi dubem letním (*Quercus robur* L.) a dubem zimním (*Quercus petraea* L.) a respektovat jejich odlišné ekologické nároky. Záměny dubu letního a zimního jsou pravděpodobně jednou z příčin špatného stavu dubových porostů (Vinš et al., 1996).

3.6.3 Dub červený

Dub červený (*Quercus rubra* L.) je mohutný listnatý strom dosahující výšky až 35 m. Světломilná dřevina vyžadující dostatek vláhy. Vzhledem k tomu, že dub červený je introdukovanou dřevinou, měl by se využívat k zalesňování v omezené míře, pouze tam, kde jsou nevhodné podmínky pro domácí duby.

Dubu červenému se daří na březích toků nebo na půdách s vysokou hladinou spodní vody. Nenáročný na půdu, roste i na chudých skeletovitých půdách s nedostatkem živin a těžkých jílovitých půdách. Objemem produkce předčí domácí duby, kvalitu dřeva má však horší. Listí se pomalu rozkládá a příznivě působí na půdu. Je odolný vůči mrazu. V půdě je dobře ukotvený díky rozvinutému plochému kořenovému systému. Oproti domácím dubům má menší výmladnost. Při míšení nutno zohlednit jeho rychlý růst v mládí a s ním související riziko utlačení okolních dřevin (Réh J., Réh R 1997).

Byl pozorován smíšený porost dubu červeného s dubem zimním, který byl založen koncem 80. let při obnově poškozených smrkových monokultur vlivem emisí u města Karviná, kraj Moravskoslezský, 250 m n.. Zjistilo se, že dub červený je odolnější vůči emisím, netrpí padlím jako dub zimní a daleko rychleji roste. Dub červený vytvořil vhodné mikroklima a ochranu před okusem pro dub zimní (Polák 2003).

3.6.4 Javor mléč

Javor mléč (*Acer platanoides* L.) je středně velký listnatý strom s krátkým kůlovým kořenem dosahující výšky až 25 m, snášející polostinná stanoviště. Vyhovují mu humózní, vlhké, slabě kyselé až zásadité půdy. Javor mléč je meliorační dřevina vhodná k zalesnění živných půd.

Je dobře ukotven v půdě, netrpí vývraty. Má vysoké nároky na vzdušnou a půdní vlhkost. Snáší stagnující vodu a stín. Vyžaduje živné, hluboké, vlhké a na dusík bohaté půdy. Roste na suťových půdách od nejnižších poloh až do podhůří. Roste i na těžších, slehlých a zabahněných půdách. Netrpí časnými ani pozdními mrazy. V našich lesích se užívá pouze k melioračním účelům (Úradníček 1995).

Rychle roste, roční přírůst je v počátečním vývoji 80–120 cm, později 40 – 60 cm. Dožívá se 150 až 200 let (Kavka 1995).

Proměnlivou velikostí čepele a délkou řapíku dosahuje javor mléč dokonalého rozložení listů ve spodním patře porostu, čímž využije i slabou intenzitu světla (Úradníček, Maděra 2009).

3.7 Alginit

Alginit je ekologická surovina na přírodní bázi. Je to sedimentární hornina, živičná břidlice, která vznikla před 3-4 milióny let ve vodním prostředí s vysokým obsahem humusu, minerálních živin a stopových prvků (Kadár et al. 2015). Název alginit je odvozen z latinského slova algae – řasy. Dominantní složkou této horniny jsou sladkovodní řasy *Botryococcus braunii*.

Alginit průměrně obsahuje 15,5 hm. % humusu. Má zvýšený obsah P₂O₅, K₂O, Ca, Mg. Toxické prvky jsou pod limitem toxicity. Má velmi vysokou nasákavost (až 110%). Působí jako startér při výsadbě dřevin, má schopnost zadržovat v půdě živiny a vodu, zabraňuje znečišťování podzemních a povrchových vod. Nezatěžuje životní prostředí (Vass, Konečný 1998).

Alginit vznikl v období bazaltového vulkanismu. V bazaltových centrech, kde nedošlo vlivem vulkanismu ke vzniku aktivních sopek vznikly maary. Maar je sopečný zárodek, který vznikl tak, že v první fázi vulkanické exploze se vyhloubil sopečný kráter okolo kterého se vytvořil kruhový val z tufového materiálu a sopka přestala být aktivní. Vzniklý kráter se zaplavil vodou a vzniklo jezero, které osídlily řasy. Zbytky řas po odumření společně s jílem vzniklým zvětráváním tufového valu se usadily na dně jezera a vytvořily sedimentární horninu (Vass, Konečný 1998).

V současné době je alginit využíván k melioračním účelům v zemědělství, lesnictví a dalších odvětvích.

4 Metodika práce

4.1 Popis oblasti

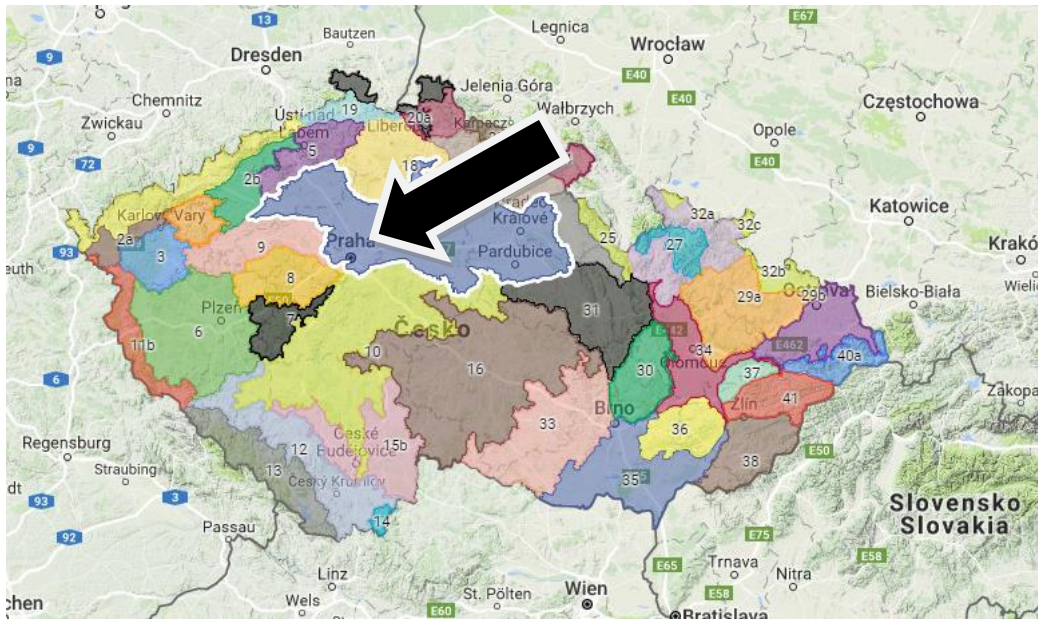
Výzkumná plocha 2 (U hnojiště) se nachází podle Mapy potencionální přirozené vegetace České republiky ve skupině Dubohabřiny a lipové doubravy (Carpinion), podskupiny Černýšová dubohabřina (Melampyro nemorosi-Carpinetum).

Černýšovou dubohabřinu (Melampyro nemorosi-Carpinetum) tvoří stinné dubohabřiny s dominantním dubem zimním (*Quercus petraea*) a habrem (*Carpinus betulus*) s příměsí lípy (*Tilia cordata*, na vlhčích stanovištích *Tilia Platyphylos*), dubu letního (*Quercus robur*), jasan (*Fraxinus excelsior*), javor klen (*Acer pseudoplatanus*), javor mleč (*Acer platanoides*), třešeň (*Cerasus avium*) (Neuhäuslová 2001).



Obr. 3: Dubohabřiny a lipové doubravy na mapě potencionální přirozené vegetace ČR (Zdroj: Neuhäuslová 2001)

Výzkumná plocha 2 (U Hnojiště) na které probíhá výzkum vlivu alginitu na růst a prosperitu vybraných druhů dřevin vysazených na bývalé intenzivně obhospodařované zemědělské půdě se nachází v PLO (přírodní lesní oblast) 17 severně od obce Předboj, 6 km severně od Prahy, okres Praha východ, kraj Středočeský, nadmořská výška 200 m n. m.



Obr. 4: Lokalizace výzkumné plochy 2 (U Hnojště) v mapě přírodních lesních oblastí České republiky. (Zdroj: <http://www.uhul.cz>)



Obr. 5: Lokalizace výzkumné plochy 2 (U Hnojště) (Zdroj: <http://www.seznam.cz>)

Klimatické podmínky:

Tato oblast klimaticky spadá do teplého, mírně suchého regionu.

Průměrná roční teplota:	8 – 9 °C
Průměrný roční úhrn srážek:	500 – 600 mm
Pravděpodobnost suchých vegetačních období:	20 – 30 %

Půdní podmínky:

Černozem s hloubkou 30 cm až 70 cm, silně skeletnatá, erodovaná s rovinatým terénem.

4.2 Založení výzkumné plochy

Výzkumná plocha byla založena v roce 2013 na intenzivně obhospodařované zemědělské půdě a pojmenována Plocha č. 2 (U Hnojiště). Na této ploše bylo založeno 23 dílčích ploch o rozměru 20 m x 20 m a 4 plošky o rozměru 10 m x 10 m (obr. 3). Podle množství aplikovaného alginitu v půdě se plochy dělí na plochy 20 m x 20 m:

9 ploch kontrolních, bez aplikace alginitu (varianta A)

8 ploch s aplikací 0,5 kg alginitu na rostlinu (varianta B)

6 ploch s aplikací 1,5 kg alginitu na rostlinu (varianta

plošky 10 m x 10 m:

1 ploška s aplikací 0,5 kg alginitu na rostlinu (varianta

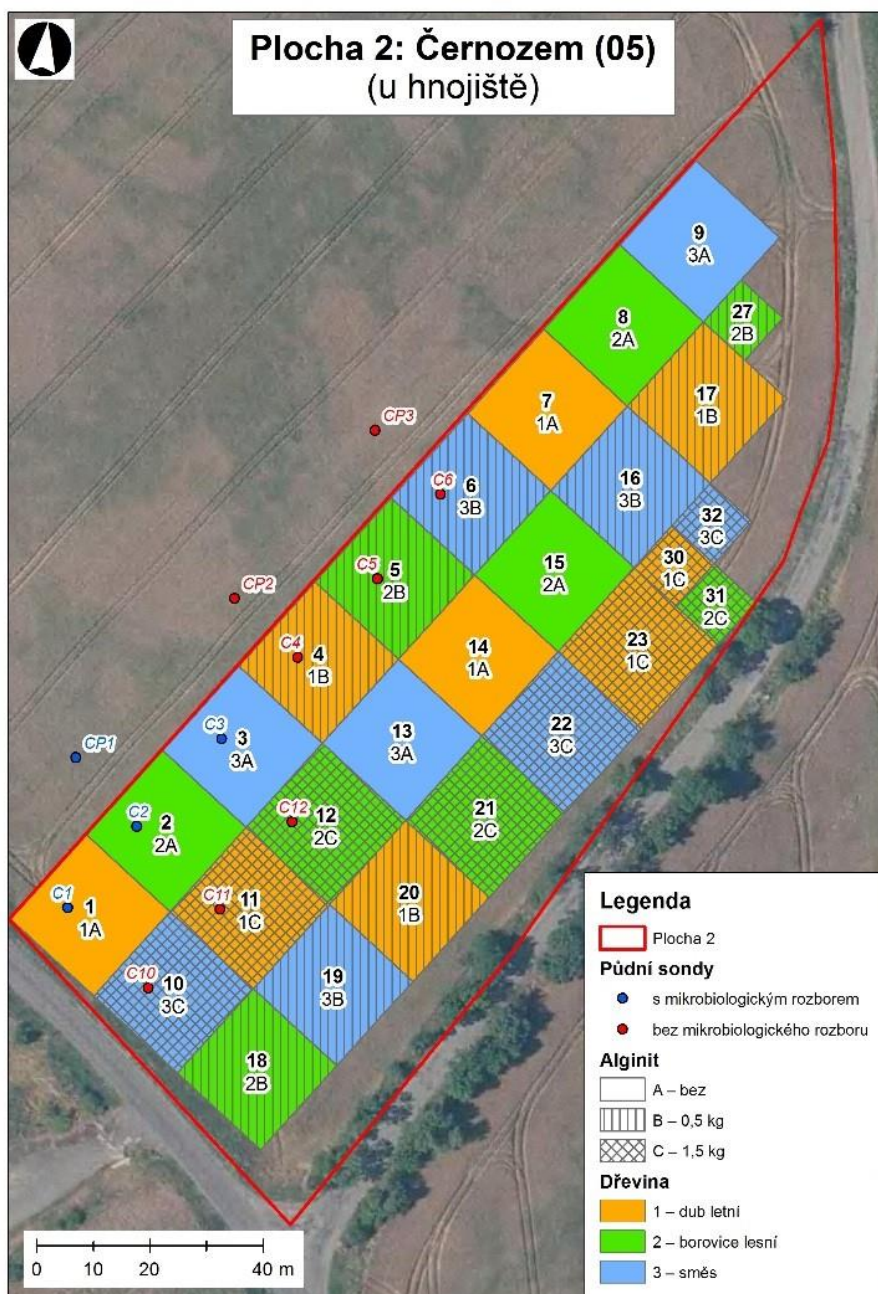
3 plošky s aplikací 1,5 kg alginitu na rostlinu (varianta

Plošky se dělí z hlediska druhového zastoupení dřevin:

Varianta 1 - dub letní

Varianta 2 - borovice lesní

Varianta 3 - směs dubu letního, dubu červeného a javoru mléče



Obr. 6: Schéma výzkumné plochy 2 (U Hnojiště).

4.3 Metody měření a hodnocení výsledků

Byly posuzovány plochy 4-9, 13-17, 21-30 a plošky 27, 30-32. Na těchto plochách a ploškách bylo celkem vysazeno 6022 sazenic, z toho: 1820 ks borovice lesní, 2700 ks dub letní, 712 ks dub červený, 790 ks javor mleč. Výsadba byla provedena prostokořennými sazenicemi, pro přípravu jamek byl použit půdní vrták.

Na podzim v letech 2013-2016 byly naměřeny výšky stromků na výzkumné ploše č. 2 (U Hnojiště). Měření se provádělo odměrnou latí s přesností na 1 cm. Byla zjištěna mortalita sazenic v jednotlivých letech. Naměřené hodnoty se zanesly do tabulky. Dále se hodnotil zdravotní stav jednotlivých dřevin v každém roce měření a zaznamenával ve stupnici 1-4 (1- nejvitálnější, 2- mírné poškození, 3- velké poškození, 4- odumřelý jedinec). V roce 2015 byly odebrány vzorky asimilačního aparátu z 50 dřevin. U listnáčů v srpnu a u borovice lesní v říjnu, poté byl vytvořen směsný vzorek pro každou dřevinu na každé variantě ve třech opakováních. Analýza asimilačního aparátu byla provedena ve VÚLHM v Opočně podle standardně používaných metodik. Koncentrace živin v sušině asimilačního aparátu byla porovnána s hodnotami dle Bergmanna (1992).

Byl proveden výpočet průměrných přírůstků v roce 2013-2016 a průměrných výšek v roce 2016. Průměrné přírůsty byly vypočteny tak, že se každá naměřená výška odečetla od naměřené výšky v předchozím roce a z těchto hodnot se vypočetl aritmetický průměr. Výsledky se zapsaly do tabulky a pro větší názornost zanesly do grafů.

Jednotlivá data naměřená v roce 2013-2016 byla zpracována statistickým programem R Core Team (2016). K testování statistické významnosti bylo použito mnohonásobné porovnání Tukeyovou metodou na hladině významnosti 0,05 prezentované formou homogenních skupin (Anděl 1998).

5 Výsledky

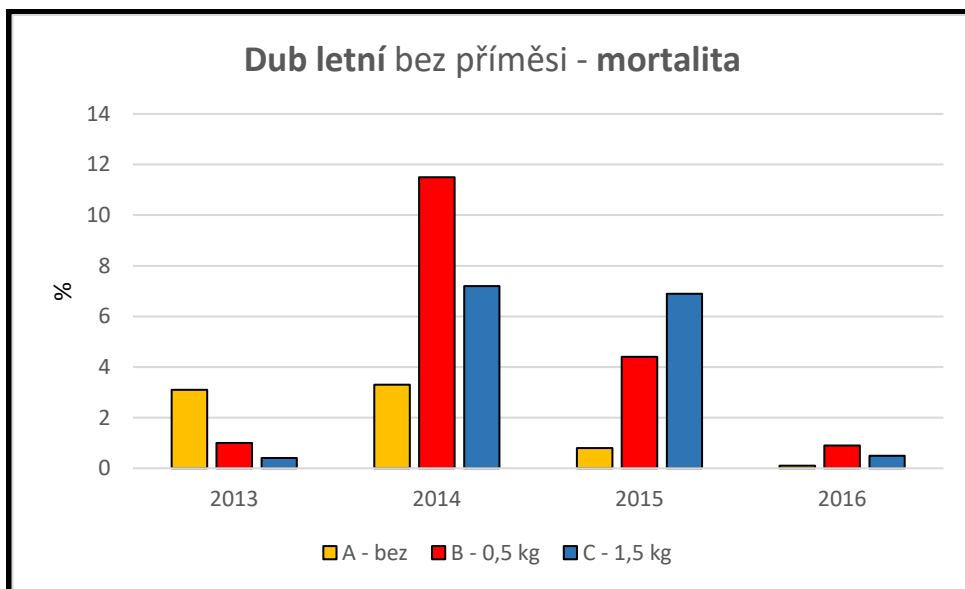
5.1 Mortalita dřevin

Tabulka č.1 dokumentuje počty odumřelých jedinců (BO- borovice lesní, DBL- dub letní, DBČ- dub červený, JV- javor mléč) v jednotlivých letech podle množství aplikovaného alginitu (A – bez alginitu, B – 0,5 kg alginitu na stromek, C - 1,5 kg alginitu na stromek) v jednotlivých letech. Hodnoty, které se statisticky významně odlišují na hladině významnosti 0,05 od kontrolní varianty (A) jsou zvýrazněny tučně na žlutém podkladu.

Tabulka č. 1: Mortalita jednotlivých druhů dřevin v letech 2013-2016

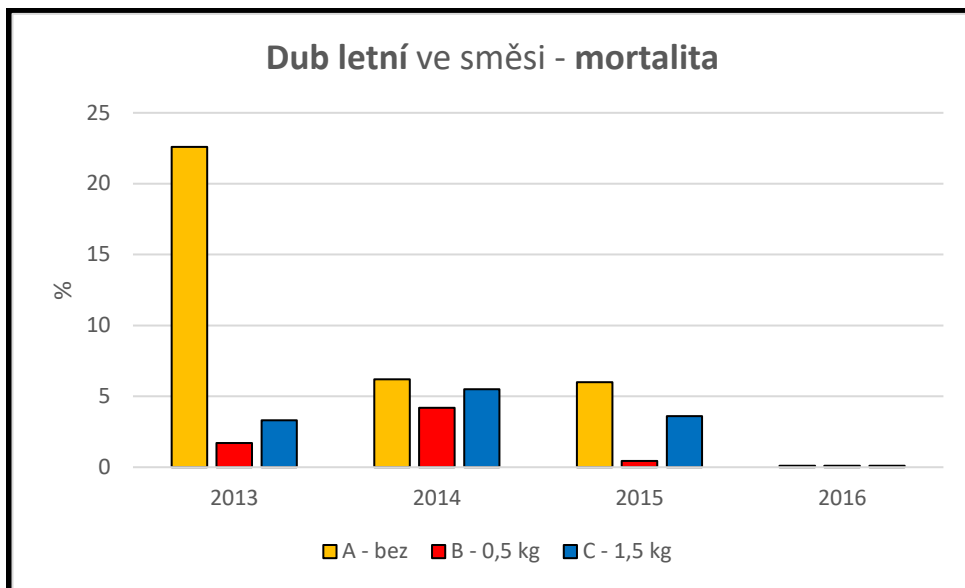
Varianta	Dřevina	Počet		Počet		Počet		Počet	
		ks 2013	2013 %	ks 2014	2014 %	ks 2015	2015 %	ks 2016	2016 %
A	BO	820	17,3	678	16,1	569	0,4	567	0,7
B	BO	500	28,6	357	21,8	279	0,7	277	0,4
C	BO	500	17,8	411	18,2	336	1,2	332	0
A	DBL	802	3,1	777	3,3	751	0,8	745	0
B	DBL	800	1	792	11,5	701	4,4	670	0,9
C	DBL	500	0,4	498	7,2	462	6,9	430	0,5
A	DBL směs	208	22,6	161	6,2	151	6	142	0
B	DBL směs	240	1,7	236	4,2	226	0,4	225	0
C	DBL směs	150	3,3	145	5,5	137	3,6	132	0
A	DBČ	273	38,8	167	41,3	98	0	95	3,1
B	DBČ	280	3,2	271	49,5	137	5,1	130	6,2
C	DBČ	159	13,2	138	75,4	34	0	34	0
A	JV	320	8,8	292	2,4	285	0	285	0,7
B	JV	280	1,4	276	2,9	268	0	268	0
C	JV	190	0	190	1,6	187	0,5	186	0,5

Tabulka 1 uvádí výsledky šetření sumárně, v následujících grafech č. 1–7 jsou pak uvedeny podrobněji pro jednotlivé dřeviny.



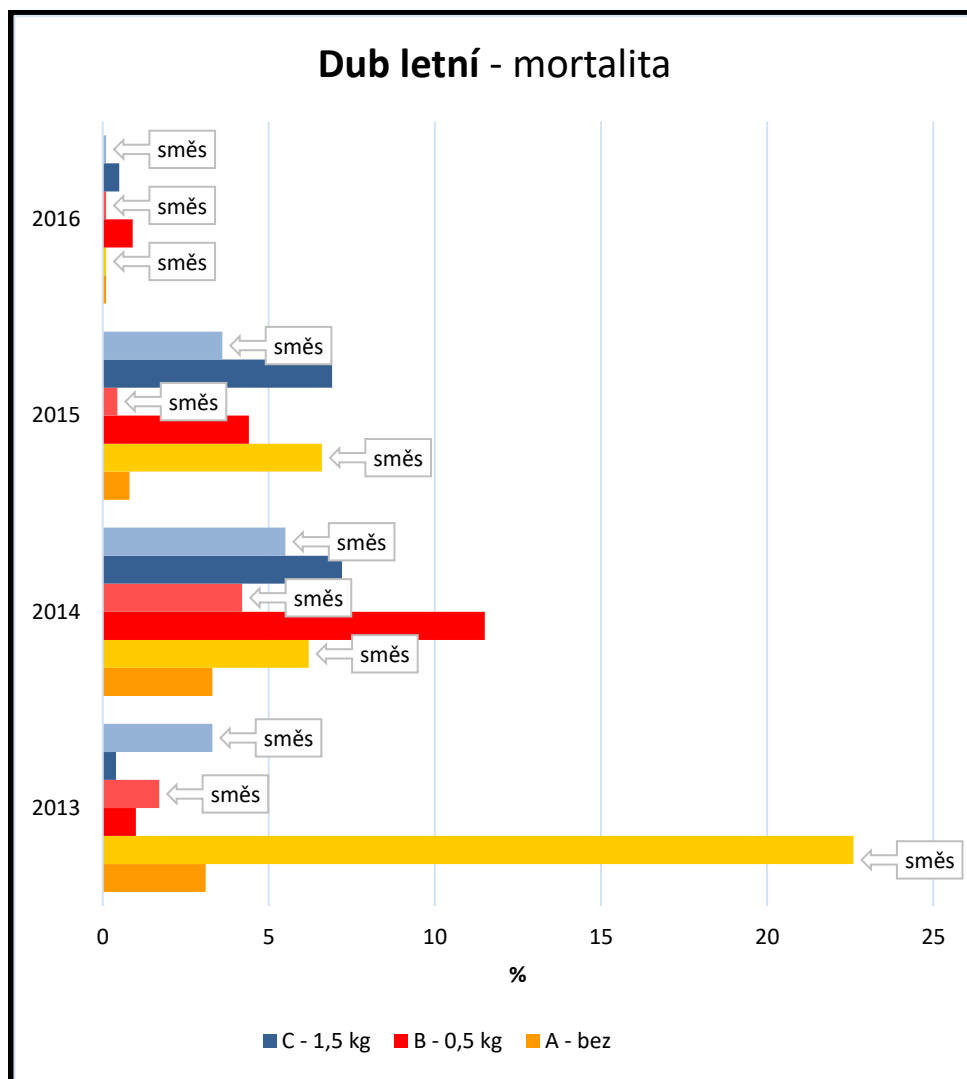
Graf č. 1: Mortalita dubu letního bez příměsi dalších dřevin v jednotlivých letech.

U dubu letního bez příměsi byla v prvním roce po výsadbě (2013) nejvyšší mortalita na ploše A bez alginitu. Pozitivně se projevil vliv alginitu na hladině významnosti 0,05 na snížení mortality v prvním roce po výsadbě (2013) u obou variant s alginitem (B i C). Ve druhém a třetím roce po výsadbě (2014-2015) se vliv alginitu na hladině významnosti 0,05 na snížení mortality projevil negativně u obou variant s alginitem (B i C). V roce 2016 byla mortalita vyšší na obou plochách s alginitem, ale na hladině významnosti 0,05 pouze na ploše B s aplikací 0,5 kg alginitu. Na hladině významnosti 0,05 byla celková mortalita (Graf č.8) nejnižší na ploše A bez alginitu, negativní vliv alginitu se projevil u obou variant s alginitem (B i C).



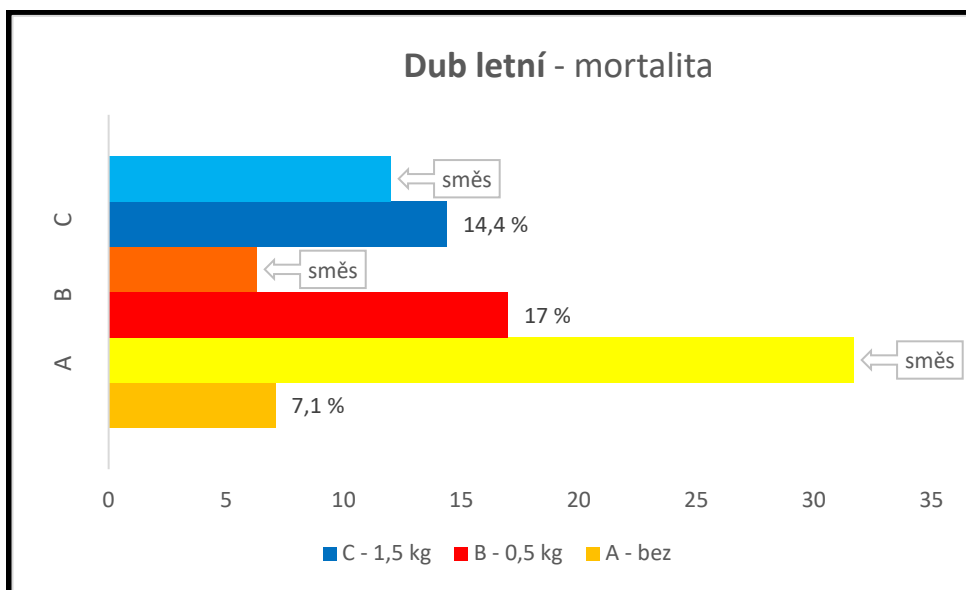
Graf č. 2: Mortalita dubu letního ve směsi v jednotlivých letech

U dubu letního ve směsi byla po výsadbě a následujících dvou letech (2013-2015) nejvyšší mortalita na ploše A bez alginitu. Pozitivně se projevil vliv alginitu na hladině významnosti 0,05 na snížení mortality v prvním roce po výsadbě (2013) u obou variant s alginitem (B i C), ve třetím roce po výsadbě (2015) pouze na ploše B s aplikací 0,5 kg alginitu. V roce 2014 a 2016 byly rozdíly na hladině významnosti 0,05 nevýznamné. Na hladině významnosti 0,05 byla celková mortalita (Graf č. 8) nižší u obou variant s alginitem (B i C).

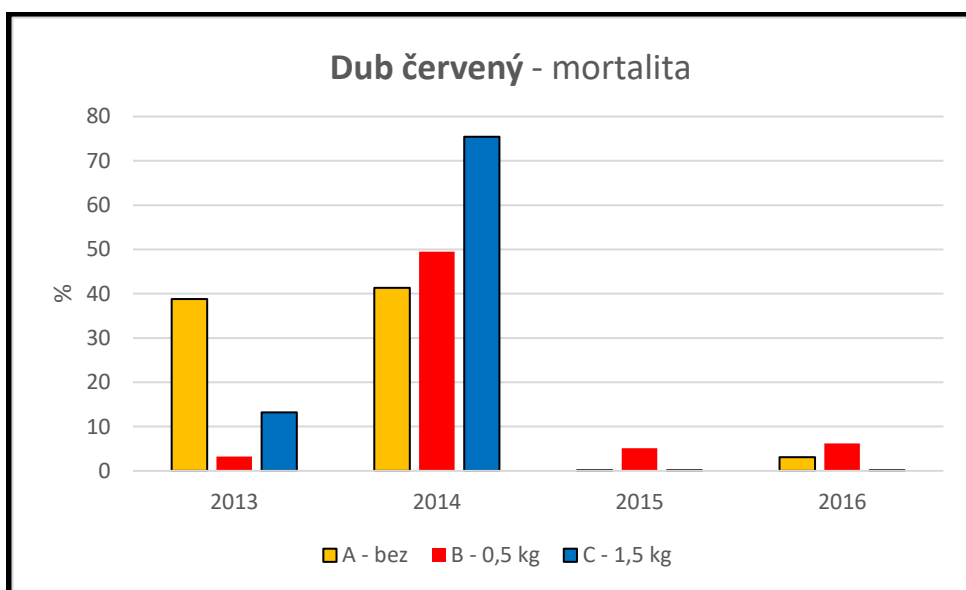


Graf č. 3: Porovnání mortality dubu letního ve směsi a bez příměsí dalších dřevin v jednotlivých letech

Porovnáním dubu letního bez příměsí a ve směsi bylo zjištěno, že mortalita dubu letního ve směsi v prvním roce po výsadbě (2013) je vyšší ve všech variantách než u dubu letního bez příměsí. Ve druhém a třetím roce po výsadbě (2014-2015) je ve směsi mortalita nižší ve dvou variantách (B- 0,5 kg alginitu a C- 1,5 kg alginitu), vyšší mortalita je pouze na ploše A bez alginitu. Porovnáním celkové mortality (Graf č. 4) bylo zjištěno, že na hladině významnosti 0,05 došlo k nejnižší mortalitě při aplikaci 0,5 kg alginitu u dubu letního ve směsi.

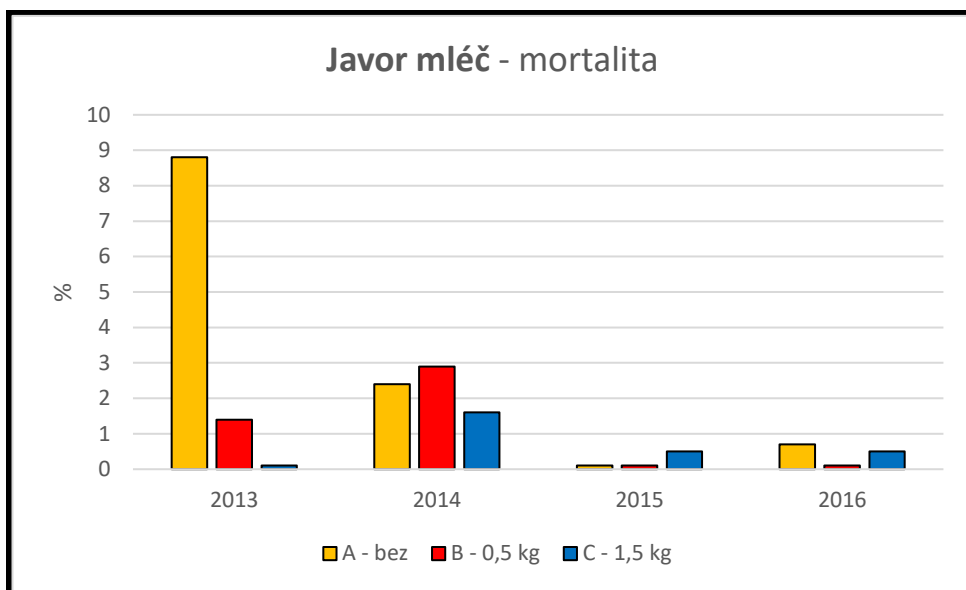


Graf č. 4: Porovnání celkové mortality dubu letního ve směsi a bez příměsi



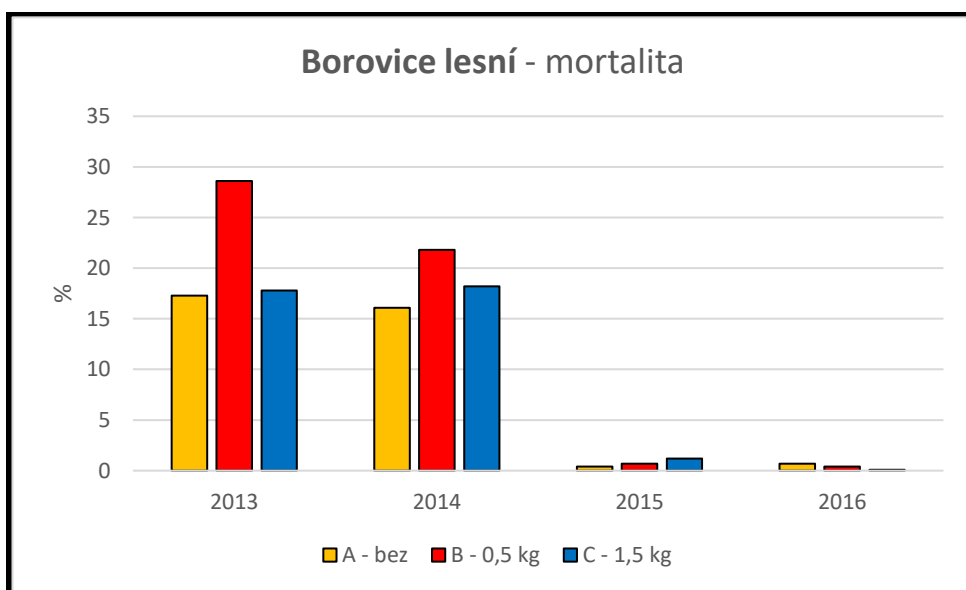
Graf č. 5: Mortalita dubu červeného v jednotlivých letech

U dubu červeného se v prvním roce po výsadbě (2013) projevil pozitivně vliv alginitu, na hladině významnosti 0,05 u obou variant s aplikací alginitu (B i C), nejvýrazněji na ploše B s aplikací 0,5 kg alginitu. Ve druhém roce po výsadbě (2014) se projevil vliv alginitu negativně, na hladině významnosti 0,05 pouze na ploše C s aplikací 1,5 kg alginitu. Celková mortalita (Graf č.8) byla na hladině významnosti 0,05 nejvyšší na ploše C s aplikací 1,5 kg alginitu. Vliv alginitu se u dubu červeného projevil pozitivně pouze u varianty B.



Graf č. 6: Mortalita javoru mléče v jednotlivých letech.

U javoru mleče byla v prvním roce po výsadbě (2013) nejvyšší mortalita na ploše A bez alginitu, na hladině významnosti 0,05 se pozitivně projevil vliv alginitu na obou plochách B i C s aplikací alginitu. V dalších letech se vliv alginitu na hladině významnosti 0,05 neprojevil. Celková mortalita (Graf č.8) byla na hladině významnosti 0,05 nejvyšší na ploše A bez alginitu. Vliv alginitu na snížení mortality se u javoru mléče projevil pozitivně.




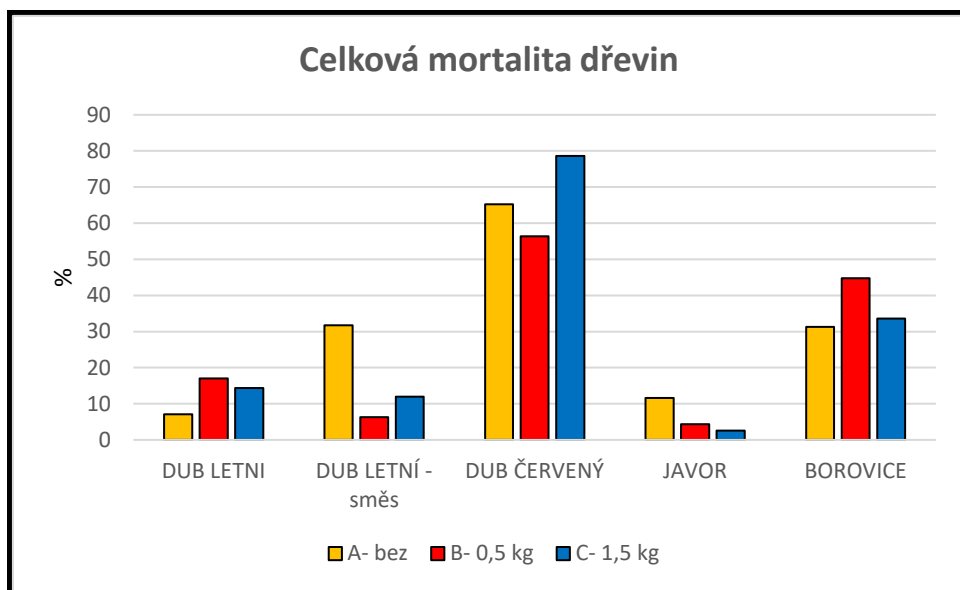
Graf č. 7: Mortalita borovice lesní v jednotlivých letech

U borovice lesní byla v prvním roce po výsadbě (2013) na hladině významnosti 0,05 nejvyšší mortalita na ploše B s aplikací 0,5 kg alginitu. Vliv alginitu na snížení mortality se u borovice lesní projevil negativně.

Tabulka 2: Celková mortalita jednotlivých druhů dřevin v letech 2013-2016

Varianta	Dřevina	Počet ks při výsadbě 2013	Celková mortalita 2016 ks	Celková mortalita 2016 %
A	BO	820	257	31,3
B	BO	500	224	44,8
C	BO	500	168	33,6
A	DBL	802	57	7,1
B	DBL	800	136	17
C	DBL	500	72	14,4
A	DBL - směs	208	66	31,7
B	DBL - směs	240	15	6,3
C	DBL - směs	150	18	12
A	DBČ	273	178	65,2
B	DBČ	280	158	56,4
C	DBČ	159	125	78,6
A	JV	320	37	11,6
B	JV	280	12	4,3
C	JV	190	5	2,6

 Hodnoty, které se statisticky významně odlišují na hladině významnosti 0,05 od kontrolní varianty A



Graf č. 8: Celková mortalita jednotlivých druhů dřevin v letech 2013–2016.

Pozitivní vliv alginitu na snížení celkové mortality dřevin na hladině významnosti 0,05 se projevilo u dubu letního ve směsi (obě varianty B i C), dubu červeného (pouze varianta B) a javoru mléče (obě varianty B i C).

Negativní vliv alginitu na snížení celkové mortality dřevin na hladině významnosti 0,05 se projevilo u dubu letního bez příměsi (obě varianty B i C) a borovice lesní (varianta B).

5.2 Výška dřevin

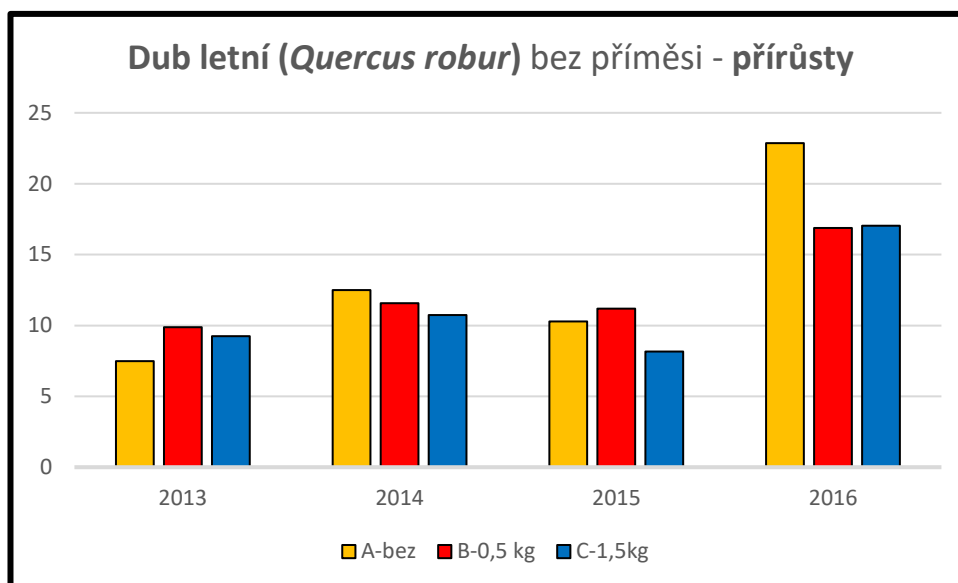
Tabulka č.1 dokumentuje výšky a přírůsty vysazených dřevin (BO- borovice lesní, DBL- dub letní, DBČ- dub červený, JV- javor mléč) podle množství aplikovaného alginitu (A – bez alginitu, B – 0,5 kg alginitu na stromek, C - 1,5 kg alginitu na stromek). Hodnoty, které se statisticky významně odlišují od kontrolní varianty A jsou označeny žlutě.

Tabulka č. 3: Přírůsty jednotlivých druhů dřevin v letech 2013 - 2016

	Druh	ks	Přírůst 2013 cm	Přírůst 2014 cm	Přírůst 2015 cm	Přírůst 2016 mm	Výška 2016 cm
A	BO	820	12,41	21,5	40,47	41,96	141,5
B	BO	500	12,58	20,91	39,8	36,93	137,7
C	BO	500	15,29	24,31	35,43	29,68	134,07
A	DBL	802	7,48	12,15	10,28	22,87	76,03
B	DBL	800	9,87	11,56	11,18	16,88	69,99
C	DBL	500	9,25	10,74	8,17	17,04	69,47
A	DBL směs	208	8,15	12,36	13,08	26,4	82,75
B	DBL směs	240	3,61	12,93	11,76	22,64	75,19
C	DBL směs	150	8,92	13,17	7,88	20,22	74,17
A	DBČ	273	9,81	4,04	9,21	14,33	83,09
B	DBČ	280	4,73	4,15	11,05	17,3	83,31
C	DBČ	159	11,29	2,76	8,76	8,59	70,18
A	JV	320	9,96	25,15	28,67	44,22	152,5
B	JV	280	7,26	29,74	20,91	44,21	154,35
C	JV	190	10,91	28,98	25,06	44,7	162,04

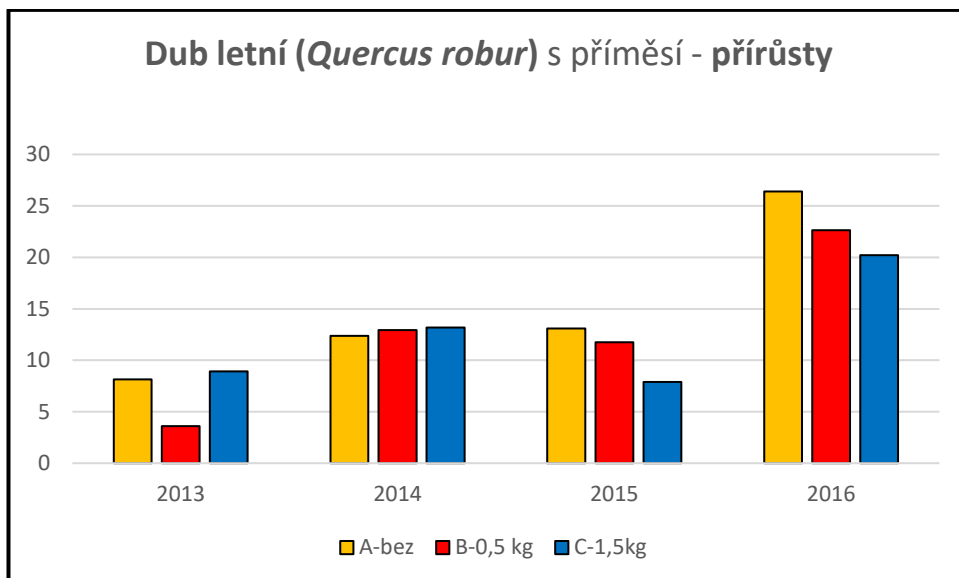
A – bez alginitu, **B** – 0,5 kg alginit/stromek, **C** - 1,5 kg alginit/stromek

Tabulka č. 3 uvádí výsledky šetření sumárně, v následujících grafech č. 9–13 jsou pak uvedeny podrobněji pro jednotlivé dřeviny.



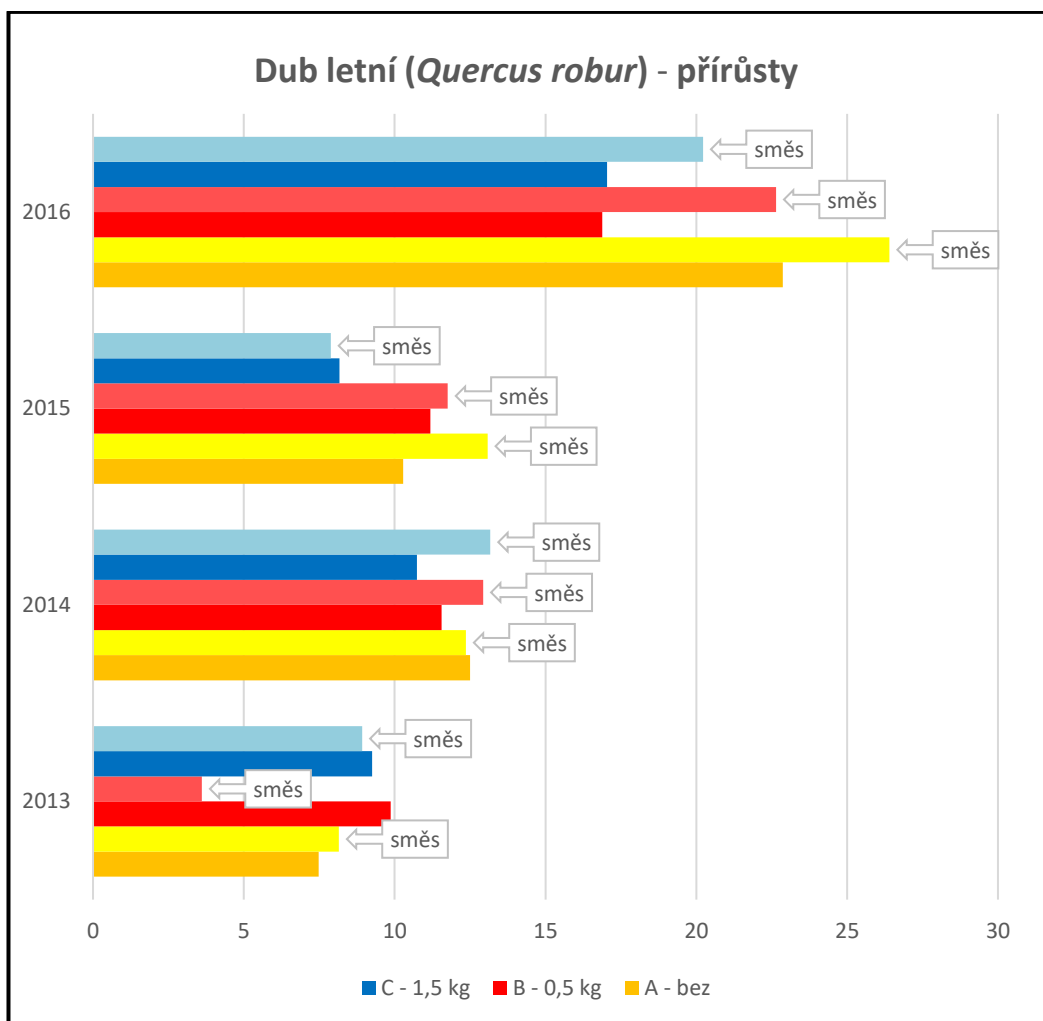
Graf č. 9: Přírůsty dubu letního bez příměsi v jednotlivých letech.

U dubu letního bez příměsi v prvním roce po výsadbě (2013) se na hladině významnosti 0,05 projevilo pozitivní vliv alginitu na růst u obou variant B i C s aplikací alginitu. Ve druhém roce po výsadbě (2014) se vliv alginitu na hladině významnosti 0,05 neprojevilo. Ve třetím roce po výsadbě (2015) se na hladině významnosti 0,05 projevilo negativní vliv alginitu na růst u varianty C s aplikací 1,5 kg alginitu. V roce 2016 se negativní vliv alginitu zvýšil a na hladině významnosti 0,05 se negativní vliv alginitu na růst projevilo u obou variant B i C s aplikací alginitu.

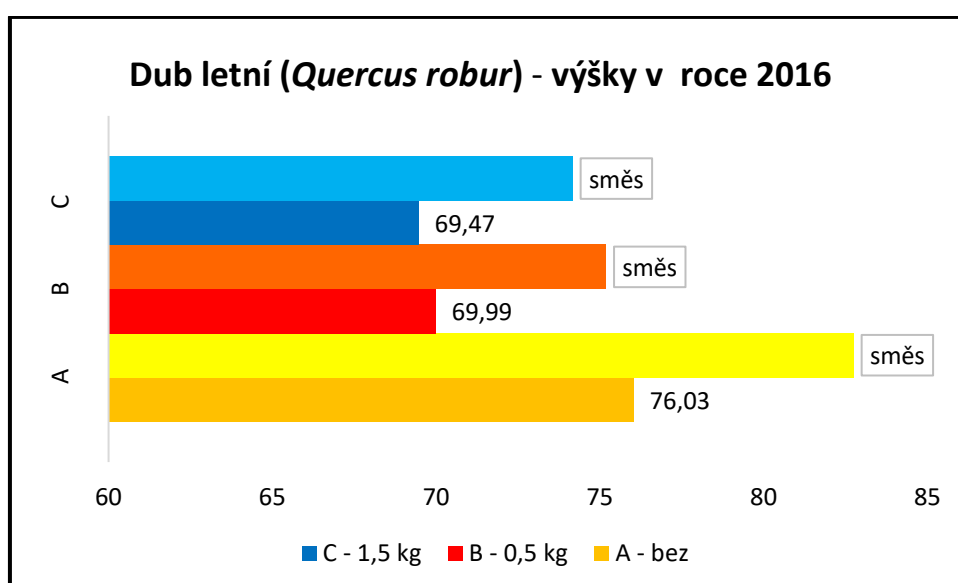


Graf č. 10: Přírůsty dubu letního ve směsi v jednotlivých letech.

U dubu letního s příměsí v prvním roce po výsadbě (2013) se na hladině významnosti 0,05 projevil negativní vliv alginitu na růst u varianty B s aplikací 0,5 kg alginitu. Ve druhém roce po výsadbě (2014) jsou na hladině významnosti 0,05 rozdíly nevýznamné. Ve třetím roce po výsadbě (2015) se na hladině významnosti 0,05 projevil negativní vliv alginitu na růst u varianty C s aplikací 1,5 kg alginitu. V roce 2016 se negativní vliv alginitu zvýšil a na hladině významnosti 0,05 se negativní vliv alginitu na růst projevil u obou variant B i C s aplikací alginitu.

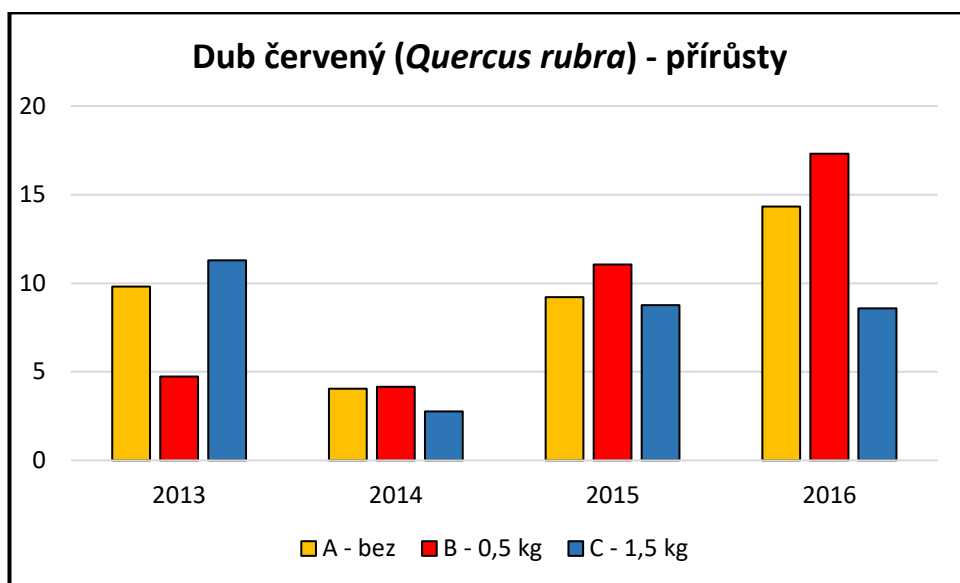


Graf č. 11: Porovnání přírůstů dubu letního ve směsi a bez příměsi dalších dřevin v jednotlivých letech.



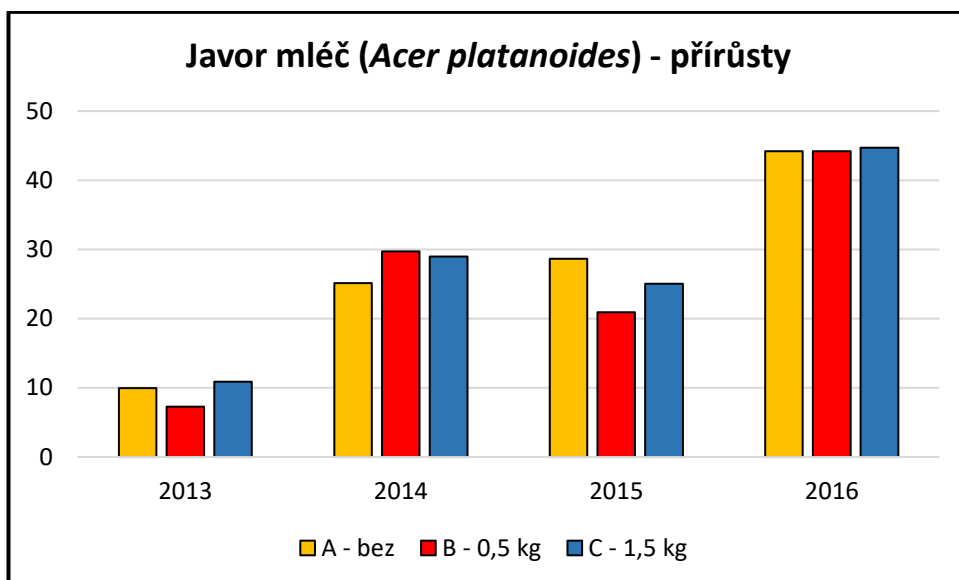
Graf č. 12: Porovnání výšek dubu letního ve směsi a bez příměsi.

Porovnáním dubu letního bez příměsi a ve směsi bylo zjištěno, že v prvním roce po výsadbě (2013) jsou na hladině významnosti 0,05 vyšší přírůsty u dubu letního bez příměsi. Ve druhém a třetím roce po výsadbě (2014-2015) jsou na hladině významnosti 0,05 rozdíly v přírůstech nevýznamné. V roce 2016 jsou na hladině významnosti 0,05 přírůsty u dubu letního ve směsi vyšší. Srovnání výšek dubu letního ve směsi a bez příměsi dokládá graf č. 12. Srovnáním výšek v roce 2016 bylo zjištěno, že na hladině významnosti 0,05 byly výšky dubu letního ve směsi vyšší než bez příměsi.



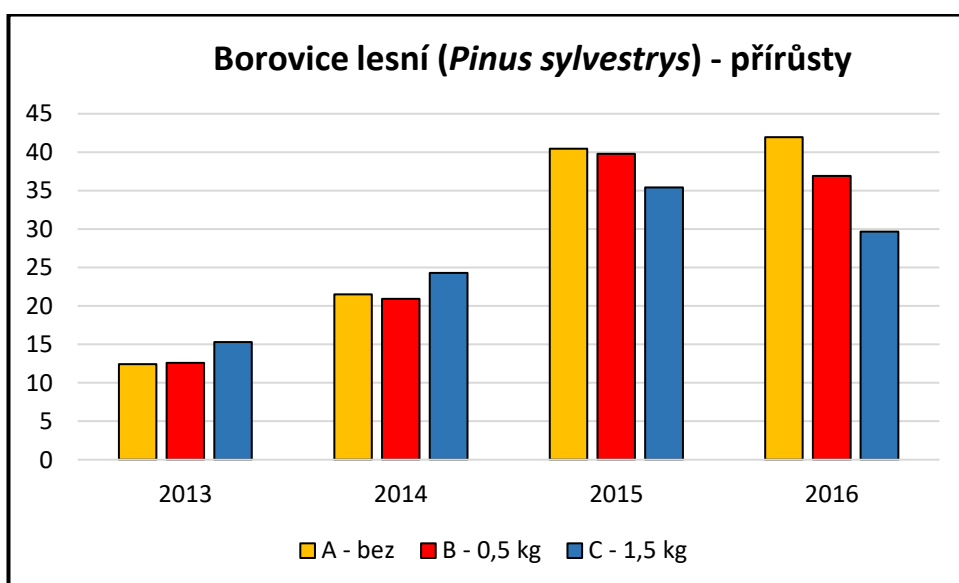
Graf č. 13: Přírůsty dubu červeného v jednotlivých letech.

U dubu červeného v prvním roce po výsadbě (2013) se na hladině významnosti 0,05 projevil negativní vliv alginitu u varianty B s aplikací 0,5 kg alginitu. Ve druhém roce po výsadbě (2014) se vliv alginitu na hladině významnosti 0,05 neprojevil. Ve třetím roce po výsadbě (2015) se na hladině významnosti 0,05 projevil pozitivní vliv alginitu u varianty B s aplikací 0,5 kg alginitu. V roce 2016 se se na hladině významnosti 0,05 projevil pozitivní vliv alginitu u varianty B s aplikací 0,5 kg alginitu a negativní vliv alginitu u varianty C s aplikací 1,5 kg alginitu.



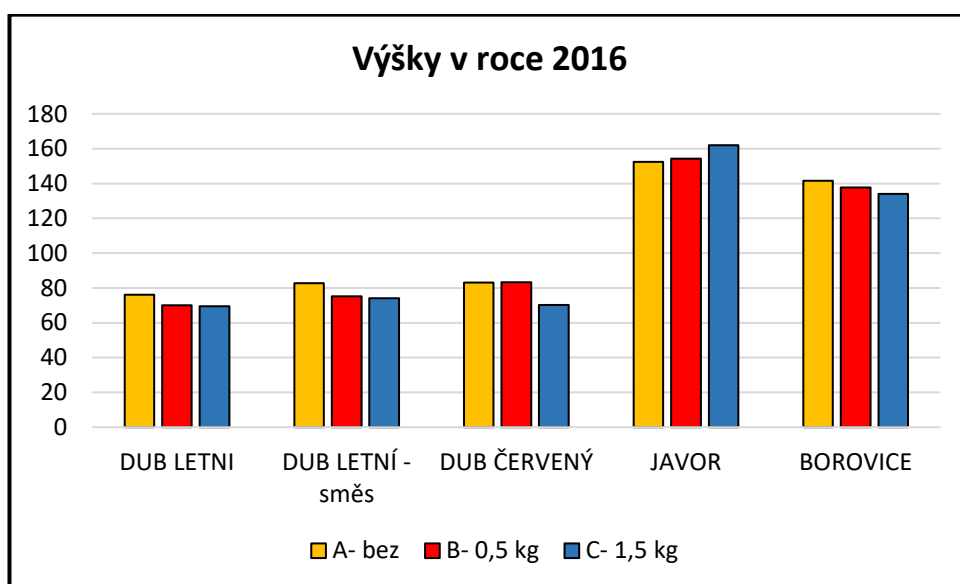
Graf č. 14: Přírůsty javoru mléče v jednotlivých letech.

U javoru mléče v prvním roce po výsadbě (2013) se na hladině významnosti 0,05 projevil negativní vliv alginitu u varianty B s aplikací 0,5 kg alginitu. Ve druhém roce po výsadbě (2014) se na hladině významnosti 0,05 projevil pozitivní vliv alginitu u obou variant s aplikací alginitu (B i C). Ve třetím roce po výsadbě (2015) se vliv alginitu projevil negativně u obou variant s aplikací alginitu (B i C). V roce 2016 jsou rozdíly statisticky nevýznamné.



Graf č. 15: Přírůsty borovice lesní v jednotlivých letech.

U borovice lesní v prvním a druhém roce po výsadbě (2013-2014) se na hladině významnosti 0,05 projevila pozitivní vliv alginitu u varianty C s aplikací 1,5 kg alginitu. Ve třetím roce po výsadbě (2015) se na hladině významnosti 0,05 projevila negativní vliv alginitu na růst u varianty C s aplikací 1,5 kg alginitu. V roce 2016 se negativní vliv alginitu zvýšil a na hladině významnosti 0,05 se negativní vliv alginitu na růst projevila u obou variant B i C s aplikací alginitu.



Graf č. 13: Výšky jednotlivých dřevin v roce 2016.



Při srovnání výšek jednotlivých druhů dřevin bylo zjištěno, že na hladině významnosti 0,05 se projevila pozitivní vliv alginitu u dubu letního bez příměsi u obou variant s aplikací alginitu (B i C). Negativní vliv alginitu na hladině významnosti 0,05 se projevila u borovice lesní u varianty C s aplikací 1,5 kg alginitu.

5.3 Koncentrace živin v asimilačním aparátu

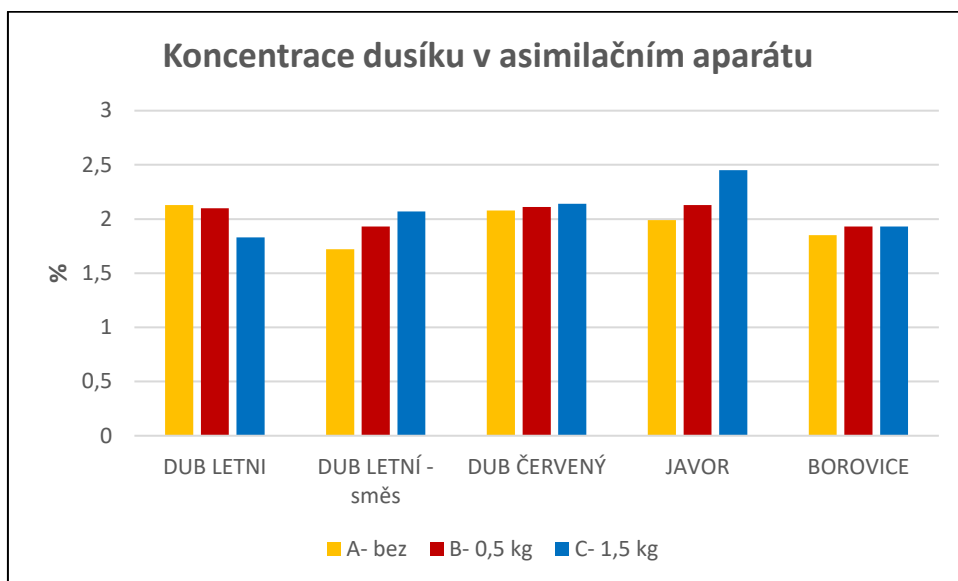
Tabulka č.4 dokumentuje koncentrace dusíku (N), fosforu (P), draslíku (K), vápníku (Ca) a hořčíku (Mg) v sušině asimilačního aparátu vysazených dřevin (BO- borovice lesní, DBL- dub letní, DBČ- dub červený, JV- javor mléč) na plochách podle množství aplikovaného alginitu (A – bez alginitu, B – 0,5 kg alginitu na stromek, C - 1,5 kg alginitu na stromek). Vyšší hodnoty živin na plochách s aplikací alginitu (B, C), oproti ploše bez alginitu (A) jsou zvýrazněny tučně.

Tabulka č. 4: Koncentrace živin v asimilačním aparátu dřevin.

Plocha	Druh dřeviny	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
A	DB	2,13	0,21	0,66	1,73	0,18
B	DB	2,1	0,22	0,66	1,53	0,19
C	DB	1,83	0,17	0,64	1,18	0,2
A	DB - směs	1,72	0,18	0,64	2,07	0,19
B	DB - směs	1,93	0,14	0,64	1,9	0,18
C	DB - směs	2,07	0,17	0,61	1,53	0,18
A	DBČ	2,08	0,25	0,65	1,64	0,2
B	DBČ	2,11	0,19	0,62	1,47	0,19
C	DBČ	2,14	0,21	0,64	1,67	0,19
	DB-Bergmann	2 - 3	0,15 - 0,3	1 - 1,5	0,3 - 1,5	0,15 - 0,3
A	JV	1,99	0,16	0,66	1,61	0,17
B	JV	2,13	0,19	0,61	1,71	0,19
C	JV	2,45	0,2	0,71	1,23	0,19
	JV-Bergmann	1,7 - 2,2	0,15 - 0,25	1 - 1,5	0,3 - 1,5	0,15 - 0,3
A	BO	1,85	0,15	0,64	0,29	0,09
B	BO	1,93	0,16	0,62	0,28	0,09
C	BO	1,93	0,16	0,65	0,26	0,09
	BO-Bergmann	1,4 - 1,7	0,14 - 0,3	0,4 - 0,8	0,25 - 0,6	0,1 - 0,2

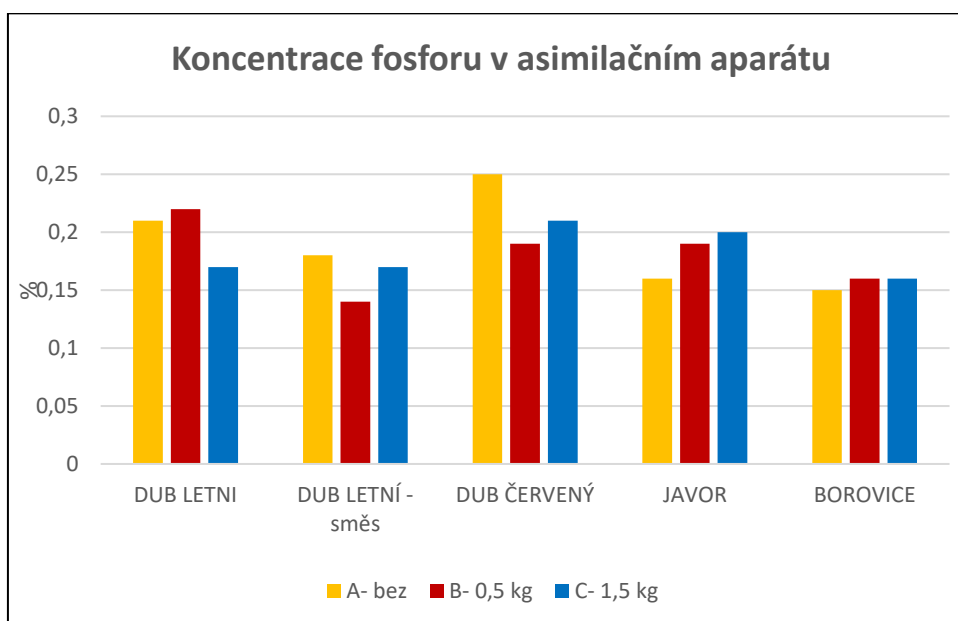
 nadlimitní hodnoty - hodnoty nad hranicí nadbytku dle Bergmana
 podlimitní hodnoty – hodnoty pod hranicí dostatku dle Bergmana

Tabulka č. 4 uvádí výsledky šetření sumárně, v následujících grafech č. 14–18 jsou pak uvedeny podrobněji pro jednotlivé makroelementy.



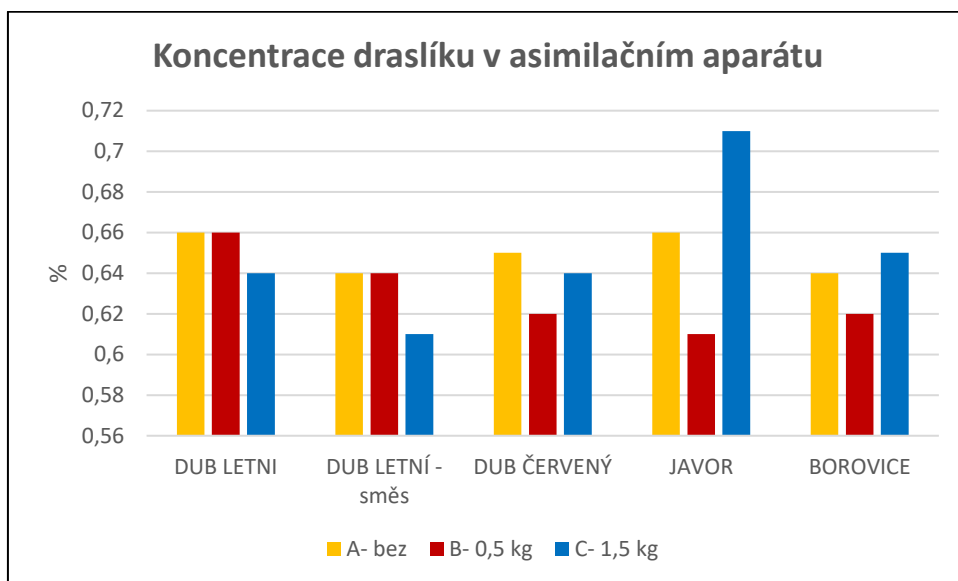
Graf č. 14: Koncentrace dusíku v asimilačním aparátu.

Rozdíly v koncentraci dusíku v asimilačním aparátu porovnávaných dřevin byly na hladině významnosti 0,05 nevýznamné. Byly zjištěny podlimitní hodnoty u dubu letního bez příměsi u varianty s aplikací 1,5 kg alginitu a u dubu letního s příměsí u varianty bez alginitu a s aplikací 0,5 kg alginitu.



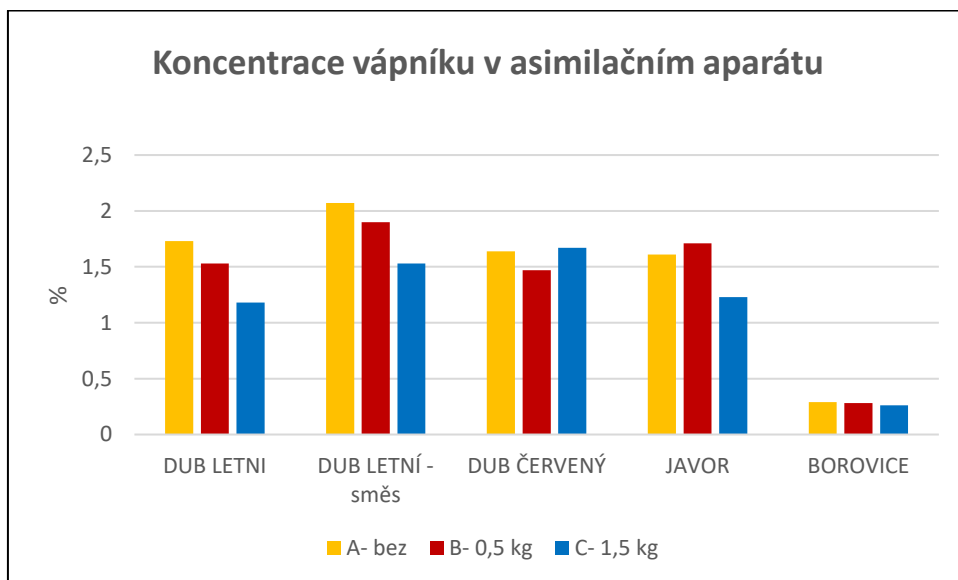
Graf č. 15: Koncentrace fosforu v asimilačním aparátu.

Rozdíly v koncentraci fosforu v asimilačním aparátu porovnávaných dřevin byly na hladině významnosti 0,05 nevýznamné. Byly zjištěny podlimitní hodnoty u dubu letního s příměsí u varianty s aplikací 0,5 kg alginitu.



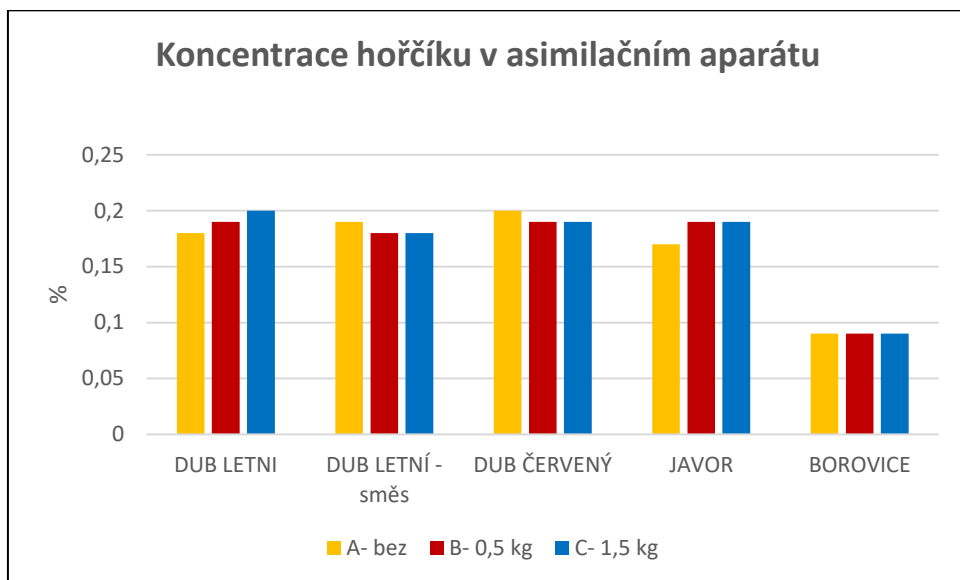
Graf č. 16: Koncentrace draslíku v asimilačním aparátu.

Rozdíly v koncentraci draslíku v asimilačním aparátu porovnávaných dřevin byly na hladině významnosti 0,05 nevýznamné. U listnatých dřevin byly zjištěny ve všech variantách podlimitní hodnoty draslíku.



Graf č. 17: Koncentrace vápníku v asimilačním aparátu.

U borovice lesní byla koncentrace vápníku v asimilačním aparátu oproti ostatním porovnávaným dřevinám na hladině významnosti 0,05 významně menší.



Graf č. 18: Koncentrace hořčíku v asimilačním aparátu.

U borovice lesní byla koncentrace hořčíku v asimilačním aparátu oproti ostatním porovnávaným dřevinám na hladině významnosti 0,05 menší a podlimitní.

5.3 Zdravotní stav dřevin

Tabulka 5: Zdravotní stav dřevin

	Druh	ks	2013	2014	2015	2016
A	BO	820	2,07	2,09	1,33	1,24
B	BO	500	2,43	2,30	1,38	1,36
C	BO	500	2,06	2,09	1,24	1,18
A	DBL	802	1,45	1,4	1,73	1,55
B	DBL	800	2,03	1,82	1,84	1,47
C	DBL	500	1,9	1,74	1,82	1,53
A	DBČ	273	2,81	2,47	2,11	1,92
B	DBČ	280	3,84	3,52	1,54	1,57
C	DBČ	159	2,93	3,71	1,92	1,52
A	JV	320	1,85	1,21	1,64	1,34
B	JV	280	1,73	1,77	1,42	1,23
C	JV	190	2,1	1,28	1,23	1,14

Při posuzování zdravotního stavu dřevin v závislosti na aplikaci alginitu bylo zjištěno, že na hladině významnosti 0,05 alginit neměl žádný pozitivní vliv na zdravotní stav dřevin.

6 Diskuse

Zalesněním zemědělských půd vzniká nový ekosystém, které je kvalitativně na vyšší úrovni než původní (Vacek et al. 2009). Prioritou při používání podpůrných látek při zalesňování zemědělských půd je snížení mortality dřevin v prvních letech po výsadbě. Mortalitou výsadeb se zabývá řada prací (Barbeito et al. 2012, Erafur et al. 2008). Pozitivní vliv alginitu na snížení mortality v prvním roce po výsadbě na této lokalitě popisuje Kupka et al. (2015).

Porovnáním mortality vysazených dřevin zjišťujeme, že v prvním roce po výsadbě se účinek alginitu pozitivně projevil na snížení mortality u všech posuzovaných listnatých dřevin (dub letní, dub červený, javor mléč) při obou dávkách alginitu. U dubu letního a javoru mléče byl účinek vyšší při větší dávce (1,5 kg alginit/sazenice), u dubu červeného při menší dávce (0,5 kg alginit/sazenice). O pozitivním vlivu alginitu na snížení mortality vysazených dřevin v prvním roce po výsadbě na této lokalitě píše Kupka a Tužinský (2015). U borovice lesní se účinek alginitu projevil negativně, na plochách s alginitem byla mortalita statisticky významně vyšší oproti kontrolní ploše. V dalších letech se pozitivní účinek alginitu na snížení mortality projevil pouze u dubu letního ve směsi ve třetím roce po výsadbě v dávce 0,5 kg alginitu. Posouzením celkové mortality dubu letního bez příměsi bylo zjištěno, že u dubu letního je sice v prvním roce po výsadbě pozitivní vliv alginitu na snížení mortality, ale v následujících letech byla mortalita dřevin významně vyšší na plochách s alginitem a to v takové intenzitě, že celková mortalita za celé období pozorování byla významně vyšší na plochách s aplikací alginitu. Pouze u dubu letního ve směsi a javoru mléči se pozitivní vliv alginitu na snížení mortality v prvním roce projevil na celkovou mortalitu za celé období pozorování.

U dubu červeného byla celková mortalita 67 %. K tak velké mortalitě z největší pravděpodobnosti došlo vlivem nedostatku vláhy. Dub červený vyžaduje stanoviště s dostatkem vláhy, což mu toto stanoviště neposkytuje. Dub červený byl pro toto stanoviště zvolen nevhodně.

Porovnáním dynamiky růstu zjišťujeme, že v prvním roce po výsadbě se účinek alginitu na růst dřevin pozitivně projevil u dubu letního bez příměsi v obou variantách s aplikací alginitu. U borovice lesní byl pozitivní účinek na růst v prvních dvou letech po výsadbě v dávce 0,5 kg alginitu na sazenici. Negativní účinek alginitu na růst v prvním roce po výsadbě se projevil u dubu letního ve

směsi, dubu červeného a javoru mléče, u všech jmenovaných v dávce 0,5 kg alginitu na sazenici. Při celkovém posouzení přírůstků za celé sledované období bylo zjištěno, že alginit měl negativní vliv na přírůsty borovice lesní a dubu letního bez příměsi. U ostatních porovnávaných dřevin (dub letní ve směsi, dub červený, javor mléč) jsou rozdíly v přírůstech při celkovém porovnání za celé sledované období statisticky nevýznamné.

K zjištění, že pozitivní účinky alginátů na vzcházení a počáteční vývin se projevily při určité dávce a koncentraci, dospěli autoři Šantrůček, Svobodová (1995) při výzkumu vlivu alginátů na vzcházení a počáteční vývin vojtěšky seté. Při výzkumu vlivu alginátů na vzcházení vybraných druhů trav (Svobodová 1998) bylo zjištěno, že vyšší koncentrace přípravku vzcházení některých druhů trav zpomaluje. Zjištění, že aplikace přípravku na bázi řas je prospěšná na ujímavost jen při určitém množství koresponduje s výše uvedenými dílčími závěry.

Druhovú skladbu lesních porostů významně ovlivňuje ekologické procesy v lesním ekosystému (Podrázský, Remeš 2002). Při srovnání přírůstků a výšek u dubu letního s příměsí a dubu letního bez příměsi docházíme k zjištění, že dub letní s příměsí má statisticky významně vyšší přírůsty než dub v čisté výsadbě. Z důvodu specifických stanovištních podmínek zemědělských půd je vhodným řešením při zalesňování řadová výsadba smíšených dřevin s určitým zastoupením melioračních a zpevňujících dřevin. Smíšením porostu lze podpořit přípravný efekt vhodnými dřevinami, které rychleji vytvoří porostní prostředí a zároveň poskytnou kryt dalším současně vysazovaným dřevinám (Bartoš, Kacálek 2006).

K hlavním faktorům ovlivňující růst dřevin patří obsah živin v asimilačních orgánech. Nově zalesněné intenzivně obhospodařované zemědělské plochy se liší od lesních půd nejvýznamněji koncentrací vápníku (Kacálek 2007). Z odebraných vzorků asimilačního aparátu byly zjištěny podlimitní hodnoty draslíku (K) a nadlimitní hodnoty vápníku (Ca) u listnáčů. Porovnání koncentrace živin v asimilačním aparátu dřevin podle množství aplikovaného alginitu je statisticky nevýznamné. Byla zjištěna významně nižší koncentrace vápníku (Ca) a hořčíku (Mg) u borovice lesní oproti ostatním porovnávaným dřevinám.

Při posuzování zdravotního stavu dřevin v závislosti na aplikaci alginitu, bylo zjištěno, že alginit neměl žádný prokazatelně významný vliv na zdravotní

stav dřevin. V roce 2013 bylo publikována studie týkající se přihnojení mladého porostu jedle bělokoré na zemědělské půdě. Z výsledků porovnání zdravotního stavu jedle bělokoré na bývalé louce vyplynulo, že přihnojení neovlivnilo zdravotní stav jednotlivých dřevin (Bartoš, Kacálek 2013).

7 Závěr

Cílem této práce bylo zhodnotit vliv rozdílných dávek organogenní usazené horniny alginitu na mortalitu, výšku a výživu asimilačního aparátu borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.), dubu letního (*Quercus robur* L.), dubu červeného (*Quercus rubra* L.) a javoru mléče (*Acer platanoides* L.). Dalším úkolem bylo porovnat růst dubu letního v čistých porostech a ve směsích.

Výsledky ukázaly pozitivní vliv alginitu na snížení mortality dřevin v prvním roce po výsadbě u listnatých dřevin. U borovice lesní se účinek alginitu na snížení mortality projevil negativně. Pozitivní vliv alginitu na snížení mortality se celkově projevil pouze u dubu letního ve směsi a javoru mléči.

Při zhodnocení vlivu alginitu na růst dřevin docházíme k závěru, že alginit má sice pozitivní vliv v prvním roce po výsadbě u dubu letního bez příměsi a borovice lesní, ale postupně dochází k obratu a vliv alginitu se stává negativním. U dubu letního ve směsi, dubu červeného a javoru mléči se vliv alginitu na celkový růst neprojevil.

Na základě zjištěných skutečností lze doporučit na podobných stanovištích aplikaci alginitu pouze u javoru mléče v dávce 1,5 kg alginitu na rostlinu a u dubu letního ve směsi v dávce 0,5 kg alginitu na rostlinu.

Bylo prokázáno, že dub letní ve směsi oproti čistým porostům má vyšší dynamiku růstu u všech třech porovnávaných variant a nižší mortalitu u ploch s aplikací alginitu. Při zalesňování zemědělských půd dubem letním by se měly přednostně vysazovat smíšené dubové porosty.

Rozdíly v koncentraci živin v asimilačním aparátu dřevin podle množství aplikovaného alginitu jsou neprůkazné. V asimilačním aparátu borovice lesní byla zjištěna významně nižší koncentrace vápníku (Ca) a hořčíku (Mg) než u ostatních porovnávaných dřevin (dub letní, dub červený, javor mléč).

Dub červený je pro podobná stanoviště, jako je výzkumná plocha z důvodu nedostatku vláhy nevhodná.

8 Seznam literatury a použitých zdrojů

- Anděl J., 1998: Statistické metody. Praha: Matfyzpress. ISBN 80-85863-27-8
- Barbeito I., Dawes M., Rixen Ch., Senn J., Bebi P., 2012: Factors driving mortality and growth at treeline: a 30-year experiment of 92 000 conifers. *Ecology*, volume 93, s. 389-401
- Bartoš J., Kacálek D., 2006: Zkušenosti s řadovým smíšením dřevin na zalesněné zemědělské půdě. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti VS Opočno, s.133 – 140
- Bartoš J., Kacálek D., 2013: Přihnojení mladého porostu jedle bělokoré na zemědělské půdě. *Zravy lesnického výzkumu*, 58, s.213-217
- Erefur Ch., Bergsten U., Chantal M., 2008: Establishment of direct seeded seedlings of Norway spruce and Scots pine: Effects of stand conditions, orientation and distance with respect to shelter tree, and fertilisation. *Forest Ecology and Management*, volume 255, s. 1186-1195
- Hrib M., 2007: Zalesňování zemědělské půdy na lesním závodě Židlochovice v k. u. Brod nad Dyjí. *Obnova lesního hospodářství nelesních a degradovaných půd*. ČZU v Praze, s. 38–45. ISBN 978-80-213-1702-4
- Kacálek D., 2007: Dynamika přeměny půdního prostředí zalesněných zemědělských pozemků na půdní prostředí lesního ekosystému. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, V. V. I. Jíloviště – Strnady, s. 28
- Kadár I., Ragályi P., Murányi A., Radimszky L., Gajdó A., 2015: Effect of Gércé Alginit on the fertility of an acid sandy soil. *Agrokémia es talajtan*, s. 437-452
- Kalvová J., Moldan B., 1996: Klima a jeho změna v důsledku emisí skleníkových plynů. Univerzita Karlova, Praha, s.147,148. ISBN 80-7184-315-6
- Kavka B., 1995: *Sadovnická Dendrologie I.*, přepracované vyání publikace *Zhodnocení hlavních druhů listnáčů z hlediska jejich využití v zahradní a krajinářské tvorbě*. Eden Brno, s. 9
- Konias H., 1951: *Lesní hospodářství, Zvyšování dřevní produkce a ozdravení lesů na Opočensku*. Nakladatelství Brázda Praha, s. 138–139
- Kupka I., Prknová H., Holubík O., Tužinský M., 2015: Účinek přípravků na bázi řas na ujímavost a odrůstání výsadeb lesních dřevin. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Katedra pěstování lesa, Praha
- Lacina J a kol., 2015: *Geobiocenologie III*. Mendelejova univerzita v Brně,

- s. 110,111. ISBN 978-80-7509-241-0
- Neuhäuslová Z., 2001: Mapa potencionální přirozené vegetace České republiky. Academia Praha, s. 57. ISBN 80-200-0687-7
- Nožička J., 1957: Přehled vývoje našich lesů. SZN Praha, s. 53, 128, 262, 398
- Podrázský V., Remeš J., 2002: Dopad pěstování stanovištně nepůvodních dřevin na stav humusových forem v nivě Jalového potoka – Černokostelecká oblast. Zprávy lesnického výzkumu, svazek 47, číslo 1/2002, s. 21
- Podrázský V., Štěpáník R., 2002: Vývoj půd na zalesněných zemědělských plochách. Zprávy lesnického výzkumu, svazek 47, číslo 2/2002, s. 53 - 56
- Polák P., 2003: Nepůvodní dřeviny a invazní rostliny v lesích ČR. Sborník přednášek z celostátního semináře, Žlutice 24.9.2003. Česká lesnická společnost, s. 39 – 40
- Poláková, Š. et al. 2000: Fyzikální vlastnosti hodnocené na pozorovacích plochách bazálního monitoringu zemědělských půd. Brno, ÚKZÚZ
- Poleno Z., Vacek S., 2011: Ekologické základy pěstování lesů. Lesnická práce. ISBN 978-80-87154-99-1
- Réh J., Réh R., 1997: Dub Červený (*Quercus rubra* L.), jeho vývoj, struktúra a rastové procesy vplyvom prebierok a možnosti využitia jeho dreva v drevospracujúcom priemysle. Vedecké štúdie 12/1997/A, s. 71, 8-11. ISBN 80-228-0701-X
- Svobodová M., Šantrůček J., 1998: Vliv aginátového preparátu S-90 na vzcházení vybraných druhů trav. Rostlinná výroba. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Česká akademie zemědělských věd. Praha, s. 525 - 528
- Šantrůček J., Svobodová M., 1995: Vliv aplikace aginátových preparátů (Micro–Mist a S-90) na vzcházení a počáteční vývin vojtěšky seté. Sborník referátů z mezinárodní vědecké konference k 35. výročí založení fakulty “Zemědělství v marginálních podmínkách“, svazek 5. Jihočeská univerzita, České Budějovice, s. 221–231.
- Šarapatka B., Dlapa P., Bedrna Z., 2002: Kvalita a degradace půdy. Univerzita Palackého v Olomouci, s. 174. ISBN 80-244-0584-9
- Šindelář J., 1995: Předpokládané změny klimatu, Lesní průvodce 1/1995. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště – Strnady, s. 22,49,52. ISSN 0862-7657

- Šindelář J., Frýdl J., Novotný P., 2005: Meliorační a zpevňující dřeviny – přínos nebo ztráta pro lesní hospodářství? Sborník referátů. Kostelec nad Černými lesy, s. 21
- Trnka M. et al., 2015: Změna klimatu. Mendelova univerzita v Brně, s. 87,88,131. ISBN 978-80-7509-286-1
- Tužinský M., Kupka I., Podrázský V., Prknová H., 2015: Influence of the mineral rock alginite on survival rate and re-growth of selected tree species on agricultural land. *Journal of forest science*, 61, 2015, s. 399-405
- Úradníček L., Chmelař J., 1995: Dendrologie lesnická, 2. část Listnáče I (Angiospermae). Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, s.55-57. ISBN 80-7157-169-5
- Úradníček L., Maděra P., Tichá S., Koblížek J., 2009: Dřeviny České republiky. *Lesnická práce*, s. 116. ISBN 978-80-87154-62-5
- Urban V., Urbanová M., Mimra M., Součková H., 1993: Modelování území ve středním Polabí, s. 11,12.
- Vacek S., Mikeska M., Podrázský V., Remeš J., 2006: Stav, vývoj a možnosti stabilizace lesních porostů založených na bývalých zemědělských půdách. *Zalesňování zemědělských půd, výzva pro lesnický sektor. Sborník referátů. ČZU v Praze*, s. 107–115. ISBN 80-213-1435-4
- Vacek S., Podrázský V., 2006: Přírodě blízké lesní hospodářství v podmínkách střední Evropy. *ČZU v Praze*, s. 59. ISBN 80-213-1561-X
- Vacek S., et al., 2009: Zakládání a stabilizace lesních porostů na bývalých zemědělských a degradovaných půdách. *Lesnická práce. Kostelec nad Černými lesy*, s. 77, 80, 140, 184. ISBN 978-80-87154-27-4
- Vacek S., Slavík M., 2006: Zalesňování zemědělských půd. *ČZU v Praze*, s. 10, 11. ISBN 80-213-1576-8
- Vass D., Konečný V., 1998: Alginit – Nová ekologická surovina vhodná na využití v lesním hospodářství. *Lesnictví – Forestry. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Česká akademie zemědělských věd. Praha*, s. 348 – 357. CS ISSN 0024-1105
- Vinš B. et al., 1996: Dopady možné změny klimatu na lesy v České republice – Územní studie změny klimatu, Element 2. *Český hydrometeorologický ústav Praha*, s. 18,41,43,48,65. ISBN 80-85813-29-7

Vopravil J. et al, 2011: Vliv člověka na krajinu českého venkova s důrazem na vodní režim a zadržování vody v krajině. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., s. 19,31. ISBN 978-80-87361-09-2

Webové stránky:

UHUL Brandýs nad Labem: Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství ČR,

Dostupné z WWW:

<http://www.uhul.cz/ke-stazeni/informace-o-lese/zelene-zpravy-mze>.

ČZU – FLE: Vliv dřeviny na půdu – údaje z literatury, 2007_

Dostupné z WWW:

[http://fle.czu.cz/ulbrichova/Skripta_HIO/Kapitoly/Pud%20acid/puda/vlivdre
vinyAutor.htm](http://fle.czu.cz/ulbrichova/Skripta_HIO/Kapitoly/Pud%20acid/puda/vlivdre
vinyAutor.htm)

Souhrnné přehledy o půdním fondu z údajů katastru nemovitostí České republiky.

(cit. 12.2.2017) Dostupné z www.: <http://www.cuzk.cz/Periodika-a-publikace/Statisticke-udaje/Souhrne-prehledy-pudniho-fondu/>

Mapa přírodních lesních oblastí České republiky (22.2.2017) Dostupné z

www. <http://www.uhul.cz/nase-cinnost/oblastni-plany-rozvoje-lesu/prirodni-lesni-oblasti-plo?start=15>

Statistické programy:

R Core Team (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.