

Mendelova univerzita v Brně

Zahradnická fakulta v Lednici

**Studium vlivu půdních kondicionérů na růstové
charakteristiky nově vysázených stromů**

Diplomová práce

Zadávací: Ing. Pavel Bulíř, Ph.D.

Vypracoval: Bc. Čestmír Tvrzník

Poděkování:

Děkuji Ing. Pavlu Bulířovi, Ph.D. za vedení diplomové práce a poskytnutí cenných rad. Dále děkuji Janě Kozlíkové a Jiřímu Vosáhlovi za možnost provést experiment v rámci jejich výsadeb. V neposlední řadě děkuji své rodině, přítelkyni a přátelům, kteří mě podporovali po celé studium.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci Analýza současného stavu stromořadí vybraného okrasu – Nymburk vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona. 111/1998 Sb., 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. 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 Lednici dne: 9.5. 2016

.....

podpis

OBSAH

1. ÚVOD	9
2. CÍL PRÁCE	10
3. LITERÁRNÍ ČÁST	11
3.1 Definice a vymezení pojmů	11
3.1.1 Pojem kondicionér, aditivum a zlepšující materiál	11
3.1.2 Související pojmy	12
3.2 Shrnutí východisek používání půdních kondicionérů	12
3.2.1 Stresové faktory rostlin	12
3.2.1.1 Abiotické faktory	13
3.2.1.2 Biotické faktory	18
3.2.1.3 Antropogenní faktory	20
3.3 Vlastnosti půd	21
3.3.1 Fyzikální vlastnosti půd	21
3.3.1.1 Textura	21
3.3.1.2 Struktura	22
3.3.1.3 Technologické vlastnosti	22
3.3.1.4 Teplota a barva	23
3.3.2 Chemické vlastnosti půd	23
3.3.2.1 Půdní koloidy	23
3.3.2.2 Půdní reakce (pH)	24
3.3.2.3 Sorpční komplex půdy	24
3.3.2.4 Redox potenciál – Oxidačně redukční reakce	24
3.4 Základní utřídění zlepšujících přípravků dostupných na trhu	25
3.4.1 Organické půdní zlepšující materiály	26
3.4.1.1 Rašelina	27
3.4.1.2 Kompost	27
3.4.1.3 Organické mulče	28
3.4.2 Minerální půdní zlepšující materiály	29
3.4.2.1 Jíly a jílové nerosty	29
3.4.2.2 Písky	30

3.4.2.3	Tufy a tufity	30
3.4.2.4	Zeolity.....	30
3.4.3	<i>Syntetické půdní kondicionéry a pomocné přípravky s obsahem živin</i>	31
3.4.3.1	Hydroabsorbenty a pomocné přípravky s obsahem živin.....	31
3.4.3.2	Stabilizátory povrchu půdy – fixátory.....	33
3.4.3.3	Silikátové koloidy	33
3.4.3.4	Mykhorizní preparáty	34
3.4.3.5	Bioalgináty.....	35
3.4.3.6	Humusové preparáty	36
3.5	Přehled a srovnání přípravků	37
3.5.1	<i>Ekonomická náročnost</i>	37
3.5.1.1	Organické půdní zlepšující materiály.....	38
3.5.1.2	Minerální půdní zlepšující materiály	38
3.5.1.3	Syntetické půdní kondicionéry.....	38
3.5.2	<i>Typy aplikačních technologií</i>	39
3.5.2.1	Podle doby aplikace.....	40
3.5.2.2	Podle rozsahu použití.....	40
3.5.2.3	Podle formy aplikace	40
3.6	Příklady použití půdních kondicionérů v ČR a v zahraničí.....	42
3.6.1	<i>TerraCottem</i>	42
3.6.2	<i>Symbivit a Ecovit</i>	43
3.7	Poznatky z vědeckých a akademických pokusů	43
3.7.1	<i>Vliv půdních kondicionérů na počáteční růst dřevin vysázených na antropogenních substrátech</i>	43
3.7.2	<i>Pomocné půdní látky a jejich využití ve školkařských substrátech</i>	44
3.7.3	<i>Studium stresových faktorů ovlivňujících školkařskou produkci</i>	45
3.8	Zhodnocení současného stavu a vývojových trendů v používání půdních kondicionérů a dostupné literatury	46
4.	METODIKA A MATERIÁL	47
4.1	Charakteristika použitých materiálů	47
4.1.1	<i>Popis modelové dřeviny Acer L. – javor</i>	47
4.1.1.1	<i>Acer pseudoplatanus L. – javor klen</i>	47
4.1.2	<i>Popis výpěstku použitého v pokusu</i>	48
4.1.3	<i>Popis použitých půdních kondicionérů</i>	48

4.1.3.1 TerraCottem.....	49
4.1.3.2 Agrosil LR.....	50
4.1.3.3 Hydrogel.....	51
4.2 Metodika pokusu	52
4.2.1 Plánování pokusu.....	52
4.2.1.1 Popis lokality pokusu.....	53
4.2.2 Založení pokusu.....	55
4.2.3 Péče o pokus během roku.....	56
4.2.4 Měření pokusu.....	56
4.2.5 Vyhodnocování pokusu.....	57
5. VÝSLEDKY.....	58
5.1 Naměřené hodnoty.....	58
5.1.1 Přirůstání terminálu během vegetace	58
5.1.2 Celkový přírůst za vegetaci	59
5.2 Kalkulace nákladů	63
5.3 Efektivita přípravků.....	63
6. DISKUZE	64
6.1 Teoretická část.....	64
6.2 Praktická část.....	66
7. ZÁVĚR	68
8. RESUME.....	69
8.1 Abstrakt	69
8.2 Abstract.....	70
9. POUŽITÁ LITERATURA	71
9.1 Literární zdroje	71
9.2 Internetové zdroje	74
10. PŘÍLOHY V TEXTOVÉ ČÁSTI.....	76
10.1 Seznam obrázků.....	76
10.2 Seznam grafů	76

10.3Seznam tabulek.....	76
10.4Seznam použitých zkratek	77
11. PŘÍLOHY.....	78

1. ÚVOD

Půdní kondicionéry, nebo-li látky syntetické či přírodní, zlepšující chemické, fyzikální či biologické vlastnosti půd. Tím dochází ke zkvalitnění prostředí rostlin a následně i jich samotných. Proto se nejčastěji využívají v extrémních stanovištích pro rostliny.

V praxi můžeme hledat uplatnění pro tyto přípravky například ve městech, kde rostliny mají často jen malý prokořenitelný prostor, výrazné zhutnění povrchu, zasolení, nebo při realizacích rekultivací, respektive na antropogenních půdách, které vznikají umělým navršením a uložením půd a matečních hornin, například při těžbě uhlí, nebo skládkách.

Půdní kondicionéry jsou v České Republice k dostání již několik let. Jejich použitím se zabývá i několik studií. Ale stále se jedná o relativně drahé preparáty, proto je důležité se zabývat i jejich rentabilností či nerentabilností při použití v praxi. Proto je důležité dále testovat tyto přípravky v různých podmínkách na různých rostlinách.

Problematika půdních kondicionérů je obsáhlá a velmi se dotýká praxe. Setkáváme se s tímto tématem od počátku navrhování přes realizaci až po údržbu zahrad, parků a veřejných prostor. Jde o aktuální téma, které by mohlo do budoucna pomoci ve všech fázích od plánování po realizaci výsadeb.

2. CÍL PRÁCE

Cílem této práce je prostudovat dostupné literární zdroje a vytvořit literární rešerši na téma půdních kondicionérů, jejich východisek a principů použití. Na základě těchto informací vytvořit metodiku pokusu, podle které budou vybrané přípravky zkoumány v experimentu. A následně vyhodnoceny podle předem definovaných parametrů.

3. LITERÁRNÍ ČÁST

3.1 Definice a vymezení pojmů

3.1.1 Pojem kondicionér, aditivum a zlepšující materiál

Aditivum – „Látky přidávané do výrobků ke zlepšení nebo jiné úpravě vlastností, přísady.“ (ANONYM 14)

Kondicionér – „Upravovač, prostředek nebo přísada ke zlepšení stavu“ (ANONYM 14)

Půdní kondicionér - „Půdními kondicionéry nazýváme skupinu látek, přípravků a materiálů, které mají pozitivní vliv na fyzikální, chemické a biologické vlastnosti půd a substrátů.“ (SLOUP, 2011)

Půdní zlepšovač – Je přípravek, který zlepšuje, nebo udržuje fyzikální vlastnost půdy. Rozeznáváme několik typů a to: pojidla (zlepšují strukturu půdy), povrchové postřiky (omezují výpar) a sorbenty (zlepšují sorpční schopnost půdy). (MAREČEK, 1999)

Pomocná půdní látka - Je „látka bez účinného množství živin, která půdu biologicky, chemicky nebo fyzikálně ovlivňuje, zlepšuje její stav nebo zvyšuje účinnost hnojiv“. (Zákon č. 156/1998 Sb.)

Zlepšující materiály – „Jsou materiály, které s ohledem na své vlastnosti mohou při správném použití ovlivnit kladně vlastnosti půdního profilu – především vegetační vrstvy. Jedná se hlavně o zlepšení a optimalizaci mechanických, fyzikálních a chemických parametrů půdy na stávajících stanovištích a při nové výsadbě.“ (ŠIMEK, 2005)

3.1.2 Související pojmy

Půda – „Je nejsvrchnější vrstva naší země“. (Ottův slovník naučný, díl XX.)
„Přírodní útvar, vrchní vrstva zvětralé zemské kůry s různým podílem organických zbytků a živých organismů, která je schopna být stanovištěm rostlin. Pojmem půda se i označují další upravované materiály jako je písek aj. Hovoří se též o půdních substrátech“. (TEKSL a kol., 1999)

Letorost – Jedná se o nově vznikající výhony s listy stále aktivními, po ukončení vegetace a opadu listů je nazýváme výhony. (MAREČEK, 1997)

„Olistěný letošní přírůstek vzniklý z dřevního pupene“ (NEČAS, KRŠKA, ONDRÁŠEK, 2004)

Letorost je „část stonku vytvořená během jedné vegetace“ (PEJCHAL, 2010)

Výhon – „Jednoletý přírůstek minulého roku, který má po stranách pupeny.“ (NEČAS, KRŠKA, ONDRÁŠEK, 2004)

Jednoletý výhon je vyzrálá část stonku po ukončení první vegetace, respektive u listnatých dřevin po opadu listů. (PEJCHAL, 2010)

Terminální výhon – „Jednoletý přírůstek vyrůstající z koncového pupenu střední osy, rostoucí vzpřímeně jako prodloužení kmene,“ (NEČAS, KRŠKA, ONDRÁŠEK, 2004)

3.2 Shrnutí východisek používání půdních kondicionérů.

3.2.1 Stresové faktory rostlin

Působení stresu na rostliny je velmi rozsáhlá problematika a zasahuje do celé škály vědních oborů. Většinou je můžeme definovat jako faktory vnějšího prostředí, které potenciálně vytvářejí škodlivý účinek v organismu rostliny. (SLOUP, 2011)

Tyto faktory jsou jedním ze základních důvodů použití půdních kondicionérů, protože svým synergickým účinkem mohou dřevinu i zahubit. Použitím půdních kondicionérů, můžeme působení některých stresových faktorů výrazně omezit.

Stresovým činitelem se rozumí faktor vnějšího či vnitřního prostředí, který vyvolává v organismu rostliny ohrožení funkčních vztahů.

V rané fázi stresový stimul vyvolává odpověď. Odpovědí rostliny na tuto situaci je změna funkčního stavu. Výsledkem může být: rostlina se vyhne stresovému faktoru, adaptuje se na něj, nebo si vytvoří odolnost (rezistenci). Nedokáže-li rostlina reagovat na stresové faktory, dojde k postupnému vyčerpání organismu a jejímu odumření. (KOLARŤÍK, 2005)

3.2.1.1 Abiotické faktory

Abiotické faktory jsou vlivy neživého prostředí na rostlinu. Některé můžeme ovlivnit použitím půdních kondicionérů přímo, některé nepřímo a některé těmito přípravky nelze ovlivnit.

- Teplota, chlad

Dřeviny snáší širší rozsah teplot, optimum pro většinu dřevin se nachází v rozsahu 20-25°C, což je i optimální teplota pro čistou fotosyntézu.

Dosáhne-li teplota zhruba 40°C, nastává u většiny druhů k zásadním změnám fyzikálně-chemických vlastností buněčných struktur, při kterém buněčné struktury nedokážou správně plnit svoje základní funkce. (SLOUP, 2011)

Larcher (2003) in SLOUP (2011) uvádí, že aklimatizace rostlin na zvýšenou teplotu je rychlá. Rostliny během hodiny od začátku působení stresoru vytváří stresové proteiny, které zásadně ovlivňují termostabilitu rostlin.

Zvýšeným teplotám jsou v našich klimatických podmínkách rostliny vystaveny především ve městech, kdy v letních měsících dochází ke kumulaci tepla a pomalého chladnutí městského prostředí. Dochází zde k přehřívání vzduchu i půdního povrchu.

Opakem pro vysokou teplotu je teplota nízká, rostliny přirozeně rostoucí u nás jsou aklimatizovány na chlad, avšak některé rostliny, nejčastěji z tropů a subtropů, mohou být poškozeny již při teplotách mezi 0-15°C. Jedná se hlavně o změny ve fungování membrán.

Poškození mrazem je nejčastěji spojováno s tvorbou ledových krystalků v mezibuněčných prostorech. Tyto krystalky způsobují téměř bez výjimky neobnovitelná poškození struktur a rychlé odumírání. Avšak tento typ poškození vzniká

spíše výjimečně, a to buď u neodolných rostlin, nebo při rychlém poklesu teploty. Rostliny jsou vybaveny schopností dlouhodobě znemožňovat vytváření ledu uvnitř struktur rostliny snížením bodu tuhnutí přítomností osmoticky aktivních látek. To však je možné pouze do určité teploty, proto je pro rostliny významnější schopnost snášet dehydrataci buněk a s tím i spojený útlum všech buněčných procesů. (SLOUP, 2011)

Jednotlivé orgány rostlin jsou různě odolné vůči mrazu. Nejcitlivější jsou květní pupeny a listové pupeny. Méně citlivé je lýko a kambium, nejméně citlivé jsou nejmladší vrstvy kůry. Mrazem bývají nejčastěji poškozeny nejmladší výhony, které nestačily vyžrát před nástupem prvních mrazů.

Zvýšení odolnosti rostlin vůči mrazovým poškozením můžeme docílit správným pěstitelským opatřením. Respektive zdravé a komplexně vyživené rostliny jsou odolnější vůči mrazovému poškození, nežli nemocné a nevyživené rostliny. Můžeme též ochránit kmeny stromu před zahříváním natíráním bílou barvou. (BLAŽEK, 1998)

- Voda

Voda jako stresový faktor se může projevovat dvěma stavy a to buď jako nedostatek (sucho) nebo přebytek (nedostatek kyslíku v půdě).

Nedostatečné zásobení rostlin vodou vede ke zhoršení zdravotního stavu, ovlivňuje všechny růstové procesy, zabraňuje absorpci základních živin z půdy a často eliminuje i klíčení semen. Důležitým faktorem pro rostliny mírného pásu je, zda sucho nastalo během vegetace nebo rostlina roste v relativním suchu od počátku vegetace. V prvním případě je vliv vodního stresu výrazně vyšší, protože rostlina žijící v relativním suchu od počátku vegetace má kořenový systém pronikající do hlubších vrstev půdy, silnější kutikulu, méně průduchů a relativně menší listovou plochu.

Přemokřením nebo zatopením půdy se snižuje množství půdního vzduchu. To vede ke zpomalení rostlinných funkcí a růstu kořenové soustavy. Jsou-li kořeny zatopeny vodou po delší čas, dochází k tzv. kořenové hypoxii. Dochází k náhlému odumírání vlasových kořenů a při delší expozici i kořenů vyššího řádu.

(SLOUP, 2011)

- Záření

„Požadavek na určitý světelný režim je podmíněn fyziologickými předpoklady.“ (BLAŽEK, 1998)

Záření je nezbytné pro fungování rostlin jako fotosyntetizujících organismů, ale na druhou stranu radiace, hlavně v UV spektru, má též nepříznivé účinky.

Rostliny jsou morfologicky vybaveny pro růst v různé intenzitě světelného záření a každý druh má jinou optimální úroveň této intenzity.

Ultrafialové záření pouze částečně prochází ochrannou ozónovou vrstvou. Rostliny toto záření poškozuje již na buněčné úrovni. Způsobuje fotooxidaci, případě fotodestrukci nukleových kyselin, bílkovin a poškozuje protoplazmu. (SLOUP, 2011)

- Proudění vzduchu

Vzduch je významným faktorem, protože umožňuje dýchání a fotosyntézu rostliny díky obsahu kyslíku a oxidu uhličitého.

„Nejdůležitější fyzikální vlastností vzduchu je jeho pohyb, který popisujeme jako vítr. Síla větru se udává ve stupních podle Beaufortovy stupnice, nebo v absolutní hodnotě v $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.“ (BLAŽEK, 1998)

Kolařík (2005) uvádí, že u větru s rychlostí nad $18 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ může docházet k vývrátům a zlomům. Popisuje několik faktorů ovlivňujících větrné škody, což jsou zejména: zdravotní stav dřeviny a porostu, roční období, stav stanoviště ve smyslu druhu půdy a její vlhkosti a sociální postavení dřeviny a stanoviště.

- Minerální živiny

Mezi významně ovlivňující faktory patří minerální živiny. Při disbalanci stavu makro a mikroelementů v těle rostliny může docházet k zpomalení nebo zastavení důležitých životních funkcí rostliny. (SLOUP, 2011)

Larcher (2003) a Orcutt, Nilsen (2000) in SLOUP (2011) uvádějí, že nedostatek minerálních látek ovlivňuje fotosyntézu a dýchání rostliny. Při nadbytku dochází naopak k nadměrnému dýchání a tím i snížení výnosu fotosyntézy. Při vysokých koncentracích jedné minerální živiny může nevyváženost působit až toxicky.

Rostliny citlivě reagují na změny vyvolané nadbytkem nebo nedostatkem minerálních živin. Možné příčiny změny v obsahu živin je možné sledovat během vegetace na rostlinách (změna barvy, tvaru rostlin). (SOUKUP, MATOUŠ, 1979)

Mezi základní zákon výživy rostlin můžeme zařadit Liebigův zákon minima. Ten v roce 1840 na základě výsledků pokusů dokázal, že rostliny přijímají anorganické látky a z nich budují své „tělo“. Základem této teorie je, že živina, která je vzhledem k optimální potřebě v nejmenším množství, je určující pro růst. Další následovníci rozšířili tuto teorii i o ekologické činitele. Zjistili, že dávky živin jsou úměrné růstu pro určitou mez. Nadměrné dávky mohou způsobit úhyn rostlin. V roce 1860 Sachs a Knop prokázali, že rostliny potřebují řadu biogenních prvků. Schází-li jediný tento prvek, rostlina uhynie. Dalším posunem poznání byla Mysterlichova myšlenka o zákonu fyziologických vztahů. Účinnost jedné živiny je závislá na rovnováze ostatních vegetačních faktorů. (TEKSL a kol., 1999)

- Zasolení a pH

Zasolené půdy se vyskytují nejen u přímořských oblastí, ale i v našich klimatických podmínkách, kde určité jevy mohou způsobovat zasolení půdy. Jedná se zejména o lokality, kde výpad z půdy převládá nad vsakem, a tudíž rozpuštěné minerální látky jsou unášeny do horních vrstev. Dalším faktorem je využití průmyslových hnojiv, které jsou často vyráběny vysrážením solí, a jejich nesprávným používáním lze nechtěně dosáhnout zasolení půdy. K zasolení také často dochází v blízkosti zpevněných ploch, kde se v zimním období využívá posypová sůl. Při odtávání sněhu a ledu pak společně s vodou se tato sůl dostává do okolní půdy.

Rostliny, které následně žijí v těchto podmínkách a nejsou na ně adaptovány, hromadí ve svých tělních buňkách ionty, zejména Cl^- , Na^+ , SO_4^{2-} a Mg^{2+} do takového množství, které je neslučitelné s běžným fungováním enzymů, až dochází k úhynu celé rostliny. Častým projevem zasolení na rostlinách je zakrnělý růst, odumírání rostliny od vrcholu, tvarové a barevné změny asimilačních orgánů, předčasný opad listů nebo jehlic. V obecném měřítku jsou listnaté rostliny odolnější vůči zasolení půdy než rostliny jehličnaté.

Nadbytek sodíkových a chloridových iontů v půdě také způsobuje narušení sorpčního komplexu vytlačením vápníku a fosforu z vazeb. Vápník je pak vyplaven do

spodních vrstev. Následně je pak narušena půdní struktura přesycením sodíkovými ionty. (SLOUP, 2011)

- Toxické látky v prostředí (emise, imise, toxické kovy, pesticidy)

Jsou to látky různého skupenství různých chemických sloučenin a jejich obsah v rostlinách překračující kritickou hodnotu působí inhibičně až toxicky. (SLOUP, 2011)

Za zmínku jistě stojí emise a imise. Emise jsou vytvářeny většinou lidskou činností. Vyskytují se ve formě spalin ať už exhalátů nebo aerosolů. Aerosoly s velmi jemnými částicemi se dokážou udržet v ovzduší velmi dlouho. Větší částice v rozmezí hodin a nejmenší částice více než 100 dní. Nedojde-li k sorbování plyných exhalátů na pevné částice, zůstávají v atmosféře fakticky trvale.

Imise vznikají chemickou reakcí mezi emisemi a okolním prostředím, například oxidací nebo hydratováním.

Všechny tyto částice sedimentují na zemský povrch, většina polutantů přijatých rostlinami pochází z ovzduší a zhruba 1/3 z půdy.

Jedná se zejména o oxidy dusíku, síry a uhlíku. Také abiogenní prvky, makro a mikrobiogenní prvky. (MAREČEK, 1996; MAREČEK, 1997)

Po roce 1945 můžeme zaznamenat masivní nárůst emisí a od 90. let dochází k poklesu oxidů síry, méně příznivý je stav oxidů dusíku. V současné době je acidifikace spíše ovlivněna výskytem oxidů dusíku nežli síry. To je dáno zvýšenou dopravní zátěží. (KOČÍ, 2008)

Kalina (2004) uvádí, že množství emisí v 90. letech 20. století došlo zásadního poklesu do takové míry, že v některých lokalitách je možné u některých plodin evidovat nedostatečné zásobení rostlin sírou.

Mezi toxické kovy nebo také těžké kovy patří olovo, arzén, rtuť, kadmium, chróm a mangan. (ANONYM 5)

Těžké kovy se kumulují v tělech rostlin, zvířat i lidí a způsobují biochemické problémy na enzymatické úrovni, kdy tyto procesy inaktivují nebo reaktivují. (MAREČEK, 2001)

Mezi toxické látky řadíme i pesticidy. Jsou to přírodní, ale většinou synteticky vyráběné látky sloužící při ochraně rostlin. Kromě účinných látek obsahují další pomocné látky jako například: rozpouštědla, plnidla nebo adheziva. Existují ve více

formách jako například: tekuté, práškové nebo granulované. Podle účinnosti je můžeme dělit na selektivní a neselektivní (totální). (MAREČEK, 1990)

Významnou skupinou pesticidů jsou herbicidy. Poškození dřevin herbicidy jsou různá a často vypadají vážně, ale mnoho dřevin je nakonec dokáže překonat. Použití pesticidů má i další vliv nejen na rostliny ale i na půdní mikroorganismy a jiné živočichy. (SLOUP, 2011)

3.2.1.2 Biotické faktory

Biotické faktory můžeme definovat jako vymezení vztahů mezi jednotlivými biotickými činiteli a jeden z těchto činitelů je rostlina, které je způsobován stres.

Půdní kondicionéry tyto vztahy nemohou ovlivnit přímo, ale mohou vstupovat do těchto vztahů jako podpůrný prvek pro námi požadovanou rostlinu.

- Aleopatie

Některé sekundární metabolity rostlin působí inhibičně nebo toxicky na okolní rostliny, pokud dojde k přenosu účinné látky v určité koncentraci. Zdrojová rostlina musí být na aleopatické látky méně citlivá nežli rostlina cílová. To souvisí se zacílením na jiný druh rostlin s výjimkou autotoxicity. Ta je častým jevem u kulturních plodin a to vedlo k zavedení osevních postupů. Nejčastějším typem přenosu je vylučováním z kořenů, uvolňováním z opadu listů nebo plodů, případně uvolňování ve formě těkavých látek. V půdě dochází ke snížení koncentrace aleopatických látek rozpouštěním v půdním roztoku, ale za sucha dochází k synergickému účinku a výsledný projev může být mnohem výraznější, než-li samotné sucho. (SLOUP, 2011)

- Mykorrhiza

Mykorrhiza je oboustranně výhodný (symbiotický) vztah vyšších rostlin a houby v kořenovém prostoru na bázi soužití. (MAREČEK, 1997)

Pomáhá rostlinám zvládat jiné stresové faktory, její přítomnost tedy sama o sobě není stresovým faktorem, i když za určitých podmínek se může změnit v parazitismus. S klesající živností půdy a půdní vlhkostí stoupá důležitost mykorrhizy jako prostředku, jak si rostlina může zajistit dostatečné množství živin, především fosforu, a vláhy. Houba na oplátku od rostliny získává produkty fotosyntézy a jiné

organické látky. Aplikací hnojiv a fungicidů dochází k poškození vztahu rostlina – houba a k redukci ektomykorhizy. (SLOUP, 2011)

- Herbivorní organizmy

Herbivorní živočichové jsou organismy, živící se pouze rostlinnou potravou. (MAREČEK, 1996)

Náleží k významným stresorům rostlin. Můžeme je rozdělit do dvou skupin na selektivní herbivory, ti jsou zaměřeni na určitý druh, část rostlin nebo vývojovou fázi, a neselektivní herbivory, kteří si nevybírají. Rostliny jsou ohroženy jak fytofágním hmyzem, tak obratlymi býložravci. Proto si rostliny vyvinuly ochranu ve formě mechanické ochrany (trny, trichomy, aj.) nebo biochemické. U rostlin vytvářejících biochemickou ochranu je prokázáno, že po poškození rostliny herbivorním organizmem dochází ke značnému nárůstu tvorby ochranných metabolitů a to v celé rostlině, ne jen poškozené části. (SLOUP, 2011)

- Parazitismus

Parazit žije na úkor svého hostitele a získává z něj všechny látky potřebné ke svému životu. (MAREČEK, 1999)

Parazity můžeme rozdělit do tří skupin a to fakultativní parazity, holoparazity a hemiparazity. Holoparazitické rostliny, kterých není mnoho, jsou závislé na hostitelích a nevytvářejí žádné vlastní asimiláty. Hemiparazitické rostliny jsou rostliny, které samy fotosyntetizují a z hostitele získávají vodu a minerální látky. (SLOUP, 2011)

- Patogenní mikroorganismy

Jedná se o buněčné nebo nebuněčné organismy, které vyvolávají choroby na jednom nebo více hostitelích. Můžeme je rozdělit na exopatogeny, žijící mimo organismus rostliny, a endopatogeny, žijící uvnitř pletiv rostliny. Exopatogeny působí nepřímo, například vylučováním toxických látek do prostředí rostliny. (MAREČEK, 1999)

Mezi patogenní mikroorganismy řadíme: bakterie, houby, viry, viroidy, hádátka a prvoky. Při zaregistrování průniku patogena rostlinou, dochází uvnitř rostliny k vytváření sekundárních metabolitů s ochrannou funkcí (fytoncidů a inhibitorů). Některé

rostliny reagují na výskyt patogena nektrózou, kdy je snahou rostliny vytvořit ochrannou bariéru mrtvých buněk mezi místem průniku patogena a zbytkem rostliny. (SLOUP, 2011)

- Kompetice

Dá se nazvat i jako konkurence. Dochází k ní pouze v případě, že požadavky rostliny převyšují nad možnostmi, které poskytuje stanoviště. Rostliny soutěží o zdroje: světlo, vodu nebo živiny. Rostliny se neovlivňují navzájem svými metabolity, ale záleží na schopnostech rostliny využívat zdroje. (MAREČEK, 1997)

Významná je kompetice o sluneční záření, kdy rostlina s nejrychlejším růstem má velký potenciál využít téměř veškeré záření a zastínit tak druhy výrazně menší. To je dáno i jednosměrným působením světla. Oproti tomu voda a živiny v půdě jsou rozptýleny a kompetice o ně není tolik závažná. (SLOUP, 2011)

3.2.1.3 Antropogenní faktory

Antropogenní znamená člověkem způsobené. (MAREČEK, 1994)

Jedná se poměrně o nový faktor, protože člověk začal prostředí razantně proměňovat poměrně nedávno. Mezi tyto vlivy můžeme započítat: odlesňování, úprava koryt řek, tvorba rybníků a meliorací, stavba měst, těžba nerostů, tvorba skládek odpadu, používání pesticidů a umělých hnojiv, spalování fosilních paliv. Tyto faktory mají pak i druhotné následky, které ne vždy jsou ihned markantní. (SLOUP, 2011)

Vliv člověka na půdu lze rozdělit do dvou kategorií. Přímý vliv, kdy dochází k antropizaci půd, například nevhodným obděláváním, hutněním povrchu, pěstování monokulturních plodin nebo překrytím betonem, asfaltem, či jinou látkou. Nepřímý vliv na půdu můžeme vymezit jako zprostředkovaný negativní účinek, prostřednictvím emisí, exhalátů, polutantů apod. (ZIEGLER, 2008)

Člověk je velkým znečišťovatelem životního prostředí, mezi nejvýznamnější vlivy a také stresory rostlin můžeme zařadit: toxické látky a pesticidy, látky znečišťující ovzduší (SO_2 , NO_2 , fluoridy, atd.), kyselá deště, těžké kovy, nitrifikace půd, zvýšení UV radiace (oslabení ozonové vrstvy), globální změny klimatu. (KOLAŘÍK, 2005)

3.3 Vlastnosti půd

Jde o dynamický samostatný historický útvar, který vzniká a vyvíjí se ze zvětralin, zemské kůry a zbytků organismů pomocí půdotvorných procesů. Je tvořena minerálním a organickým materiálem, který umožňuje růst rostlin. Nedílnou součástí jsou živé organismy. Kromě přírodních faktorů je velký vliv člověka, který působí v čase rychleji, nezávisle na ostatních přírodních podmínkách. Půda se skládá z několika složek. Jsou to minerální částice, organická hmota, vzduch, voda a půdní organismy. Voda a vzduch v půdě jsou proměnlivé. (ŠIMEK, 2003)

Půdu lze chápat jako složku přírodního prostředí, na kterou má vliv atmosféra, hydrosféra a biocenóza, jež společně tvoří funkční ekosystém. (JANDÁK a kol., 2010)

Rostlina přijímá živiny hlavně prostřednictvím kořenů. Kořenovou výživu zprostředkují jemné kořínky. Na povrchu těchto kořínků jsou utvořeny vychlípeniny epidermálních buněk neboli kořenové vlášení. Kořenové vlášení je místo, kde pronikají živiny do rostliny. Čerpají hlavně z půdního roztoku, který vyplňuje póry a je na povrchu půdních částic. Rychlost příjmu živin je ovlivněna vlastnostmi rostliny a podmínkami vnějšího prostředí. Souvisí hlavně s asimilací živin, pokud klesne fotosyntéza a příliv asimilátů, dojde k poklesu příjmu živin z půdy. (SOUKUP, MATOUŠ, 1979)

3.3.1 Fyzikální vlastnosti půd

3.3.1.1 *Textura*

Jde o zrnitostní skladbu půdy. Velikost minerálních částic ovlivňuje chemické a fyzikální vlastnosti půd. Rozlišujeme kategorie štěrk, písek, prach a jílu. Rozlišují se podle nich půdní druhy (píscité, hlinité a jílovité). (ŠIMEK, 2003)

Zrnitost je ovlivněna konzistenčními vlastnostmi částic. Na zrnitosti závisí fyzikální vlastnosti půdy a jejich vlivem pak i vlastnosti chemické. Důležitý je obsah koloidního jílu, který dokáže snášet vnější vlivy. V zimních mrazech tyto jíly přecházejí do hrubšího stavu. Snadno se v půdě přesouvají a ve spodních částech zabraňují rozplavování půdy. (ŠPIČKA a kol, 1961)

3.3.1.2 Struktura

Závisí na rozložení pevných částic v půdním horizontu. Půda je pórovité médium. Struktura půdy určuje velikost pórů a ovlivňuje vzdušné a vodní poměry v půdě. Ovlivňuje záhřevnost půdy a určuje prostor pro biologické a chemické procesy v půdě. Struktura je ovlivněná třemi faktory, fyzikálními (vysychání, mráz), chemickými a biologickými. Stabilita struktury půdy by měla být v rovnováze se svým prostředím. Vlivem člověka často dochází ke zhutnění půdy. (ŠIMEK, 2003)

Čím je půda kyselější, tím více rostliny trpí na špatnou výživu, vápno podporuje srážení půdních koloidů, tvoří půdy sorpčně nasycené. (ŠPIČKA a kol, 1961)

Půdní strukturu narušuje nevhodné obdělávání půdy, časté pojíždění těžké mechanizace, peptizační účinky průmyslových hnojiv. K obnovení půdní struktury může napomoci kypření a drobení půdy při vhodné vlhkosti, vhodné osevní postupy s využitím pícnin, hnojení organickými hnojivy a vápnění. (JANDÁK a kol., 2010)

3.3.1.3 Technologické vlastnosti

Jsou důležité při volbě náradí a termínu pro mechanické zpracování půd. (ŠIMEK, 2003)

Půdy různé zrnitosti, půdního typu a z různých matečných hornin, mají různé technologické a fyzikální vlastnosti půdy, proto působí rozdílně. Působí také vlivy povětrnostní, klimatické, i vliv vegetačního období, které ovlivňují v čase technologické hodnoty. (ŠPIČKA a kol, 1961)

Koheze vyjadřuje soudržnost půdních částic (u jílovitých půd je vysoká soudržnost, u písčitéch naopak). Adheze je lepivost neboli přilnavost. Těžké jílovité půdy jsou přilnavější, než půdy písčité. Záleží na textuře, struktuře, obsahu humusu a vlhkosti půdy. Mezi technologické vlastnosti dále patří konzistence a hutnost, bobtnání, smršťování, hrudovatění a rozprašování. (ŠIMEK, 2003)

Obsah humusu a vápna působí pro lepší rozpojitelnost částic při drobení zeminy. (ŠPIČKA a kol, 1961)

Pro půdu je celkově k udržení vhodných vlastností podstatný obsah humusu, vhodné dodržování agrotechnických termínů, obsah jílových minerálů (lepší bobtnavost), vytváření a udržování drobtovité struktury, zastínění povrchu krytem

porostu, popřípadě je možné mulčování organickou hmotou, ochrana před silným vyschnutím. (JANDÁK a kol., 2010)

3.3.1.4 Teplota a barva

Barva může pomoci identifikovat procesy, které v půdě probíhají, pohyb vody a obsah organické hmoty. Tmavé půdy dokážou absorbovat více tepla než světlé, mají vyšší záhřevnost. Tím se zvyšuje výpar a snižuje vlhkost v půdě. Organická hmota má barvu černou. Bílá barva indikuje obsah solí. Chemické a biologické procesy jsou ovlivněny teplotou půdy. Při teplotě pod 0°C je aktivita velmi nízká. Teplotu ovlivňuje sluneční záření. U půd lehkých, písčitých, je prohřátí rychlejší, než u půd s větším množstvím organické hmoty. Teplotu půdy je možné regulovat pomocí mulčování. (ŠIMEK, 2003)

Teplota půdy ovlivňuje vzdušný a vodní režim v půdě. Působí na růst rostlin, aktivitu edafonu, rychlost klíčení i přeměny organických látek a zvětvávání. Barva je hlavním znakem pro určování půdních typů. (JANDÁK a kol., 2010)

3.3.2 Chemické vlastnosti půd

3.3.2.1 Půdní koloidy

Jde o stav látky, který je dán velikostí částic a jejich nespojitostí. Jsou ve všech skupenstvích, často proměnlivé v čase. Koloidy jsou známy jako sol nebo gel (příznivý proces koagulace solu v gel, opačná nepříznivá peptizace z gelu na sol). Gel má vlastnosti tuhých látek. Obsah ovlivňuje sorpci v půdě. Mají určitý náboj a mají schopnost poutat ionty opačného náboje. Jednotlivá částice může poutat až tisíce kationtů spolu s molekulami vody. Mezi koloidy patří jílové částice, organická hmota, buněčné stěny organismů. (ŠIMEK, 2003)

Koloidy lze rozlišovat na hydrofilní, hydratované molekulami vody, a na hydrofóbní se slabou hydratací. Hydrofilní koloidy jsou stabilnější, patří mezi ně organické koloidy. (JANDÁK a kol., 2010)

3.3.2.2 Půdní reakce (pH)

Procesy v půdě závisí na množství vodíkových kationtů. Příliš kyselé a příliš zásadité půdy působí na většinu rostlin nepříznivě. Půdní reakce ovlivňuje pohyb kationtů v půdě mezi půdními koloidy. Většina půd má spíše tendenci se okyselovat. Půdní reakci rozlišujeme na aktivní a výměnnou. Aktivní je reakce v půdním roztoku. Výměnná reakce je měřena z půdních koloidů. Půda má vlastnost, která příznivě odolává změnám pH v půdním roztoku. Ta je dána rovnováhou mezi aktuální a výměnou reakcí. Ovlivňuje ji přítomnost nasyceného sorpčního komplexu. (ŠIMEK, 2003)

Půdní reakce se určuje koncentrací vodíkových iontů. Neutrální reakce je při pH7, kyselé je 0 – 7pH a 7 – 14pH alkalická. Zdroj kyselosti pro půdy je v oxidu uhličitém v biologicky činném prostředí půdy, humusové a organické kyseliny při povrchu půdy, aplikací průmyslových hnojiv a v minulosti vlivem kyselých srážek. Kyselost půdy můžeme ovlivnit vápněním. (JANDÁK a kol., 2010)

3.3.2.3 Sorpční komplex půdy

Některé minerální, organické látky v půdě mají koloidní vlastnosti. Na povrchu koloidu jsou náboje, u nás převažují negativně nabitě, kde probíhá adsorpce opačně nabitých iontů. Dochází tak k výměnám mezi koloidy a půdním roztokem. Jde o kationovou výměnnou kapacitu, která je dána množstvím a kvalitou koloidů v půdě. Dále existuje aniontová výměna, která je při pozitivním náboji na koloidech, a představuje interakci mezi půdou a rostlinou. Důležitý je příjem iontů kořeny rostlin. (ŠIMEK, 2003)

3.3.2.4 Redox potenciál – Oxidačně redukční reakce

Chemická reakce je ovlivněna přenosem protonů a elektronů. Oxidace v půdě nastává při ztrátě elektronů, redukce naopak při příjmu. Aby reakce mohla probíhat, musí být redukováná a oxidovaná látka v přímém kontaktu. Oxidačně redukční reakce může být popsána jako změna volné energie. Míra redukční a oxidační schopnosti látek je dána veličinou redox potenciálu. Udává kolik elektronů má tendenci se přemísťovat. (ŠIMEK, 2003)

Hodnota redox potenciálu závisí na zrnitostním složení, provzdušenosti a obsahu organických látek v půdě. Hodnoty během roku hodně kolísají. Ke snižování

dochází v období vyšších srážek, k nárůstu při zvýšení kyselosti v půdě. Mezi redukční procesy v půdě patří hnití, rašelinění a tvorba metanu. Při oxidačních procesech jde o aerobní mikrobiální procesy v půdě při přeměně organické hmoty v půdě. (JANDÁK a kol., 2010)

3.4 Základní utřídění zlepšujících přípravků dostupných na trhu

Rostliny přijímají živiny převážně z půdy. Půda nebo substrát jako zdroj výživy by měl mít určité vlastnosti, aby mohl dát rostlinám potřebné živiny po celou dobu vegetace. Po chemické stránce by měla půda umožňovat maximální využití živin, které jsou dodané hnojivy. Celková zásoba není úplně rozhodujícím faktorem. Důležitá je zásoba živin v přijatelném stavu. Po fyzikální stránce musí půda umožňovat dobrý vývoj pro kořeny. To souvisí s mohutností příjmové schopnosti rostlin. (SOUKUP, MATOUŠ, 1979)

Obecné podmínky pro tento okruh určuje ČSN DIN 18 915, kde přípravky a materiály určené ke zlepšování vlastností půd nesmí obsahovat nebo uvolňovat škodlivé látky, pokud se jedná o materiály používané ke zlepšení produkce potravin. U všech produktů musí být udávány obsažené látky a všechny koncentrace škodlivin. Obsah škodlivin a těžkých kovů nesmí překročit maximální limity, které jsou stanovené. Vhodnost materiálů má být prokázána doložením zkušebních osvědčení a výsledků z průzkumů a rozborů. (ŠIMEK, 2005)

U nás jsou pomocné půdní látky definovány zákonem č. 156/1998 Sb. - Zákon o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd (zákon o hnojivech), který specifikuje podmínky pro jejich uvádění do oběhu, prodej, skladování a používání. (Zákon č. 156/1998 Sb.)

3.4.1 Organické půdní zlepšující materiály

V současné době jde o nejpoužívanější zlepšující materiály. Při jejich použití je nutné znát jejich obsah, hlavně celkový obsah organické hmoty. (ŠIMEK, 2005)

„Jedná se o půdní kondicionéry, které obsahují vysoký obsah organických látek. Do této kategorie lze zařadit: rašelinu, rašelinové zeminy, kaly z papíren, kompost, organické mulče, atd..“ (SLOUP, 2011)

Obecné podmínky pro použití organických látek více definuje ČSN DIN 18 915. Organickou hmotou jsou označovány všechny organické součásti půdy, patří k nim kořeny, zbytky rostlin a živočichů a další organické materiály ke zlepšení půdy. Organické látky musí být vhodné pro předpokládané účely použití ke zlepšování půd. Například pro zvýšení obsahu organické hmoty, zlepšení dostupnosti vody a schopnosti jímat vodu pro rostliny, změnu půdní reakce, rozšíření rozsahu objemové změny nebo zvýšení mikrobiální činnosti půdy. Přednostně mají být používány organické látky z biologické recyklace. Rašeliny mají být vhodné z hlediska rozložení k předpokládanému použití. Organická hmota ovlivňuje především plasticitu a schopnost půdy zadržovat vodu. (DIN18 915 in ŠIMEK, 2005)

Všechny organické látky se v půdě rozkládají, v aerobní půdě mikrobiálně za spotřeby kyslíku a vzniku oxidu uhličitého. V anaerobní půdě (chudé půdě s minimem kyslíku) se organické látky tvoří za působení anaerobních mikroorganismů a hub, redukované sloučeniny organické mohou poškodit kořeny a celé rostliny. Proto pro praxi je nutné veškeré organické hmoty zaváděné do více než 30 centimetrů považovat za škodlivé není-li zajištěné dostatečné provzdušnění. Výjimkou mohou být písčité půdy, kde může organická hmota zadržovat vodu, ukládat živiny a může zlepšit strukturální stabilitu. (ŠIMEK, 2005)

Hlavní funkcí organických látek je, že při své mineralizaci uvolňují pro rostliny hodně asimilovatelných živin, které jsou uvolňované postupně. Humus se aktivně účastní při tvorbě půdního sorpčního komplexu, tím se zvětší zásoby živin a omezí jejich ztráty do spodních vrstev půdy. Huminové látky ovlivňují strukturální stav, proto vzniká příznivější vzdušný a vodní režim půdy. Některé huminové látky mají příznivý vliv na růst kořenového systému rostlin. (JANDÁK a kol., 2010)

3.4.1.1 Rašelina

Jedná se o organickou, částečně rozloženou hmotu. Vzniká ukládáním odumřelých částí rostlin, především rašeliníku v přemokřených lokalitách. Rozeznáváme rašeliniště vrchovištní a slatinná. Vrchovištní mají výrazně méně živin, jsou kyselější a vyskytují se ve vyšších oblastech. Naproti tomu rašeliniště slatinná vznikají v depresích, mají výrazně vyšší obsah minerálů a nejsou tak výrazně kyselá. (MAREČEK, 2001; SLOUP, 2011)

Přechodová rašelina má kolísavé vlastnosti a zpravidla je slabě kyselá. Rašelina vzniká procesem rašelinění, kde obsahuje více než 50% spalitelných látek v sušině. (ŠIMEK, 2005)

Ukládání rašeliny je velmi pomalý proces, deset centimetrů se ukládá až sto let.

Pokud jde o vlastnosti rašeliny, sleduje se množství organických látek, stupeň rozložení, kyselost a obsah minerálů. Rašelina má výraznou schopnost vododržnosti, proto se využívá v zahradnických specializovaných provozech k výrobě substrátů. Pro tuto potřebu se prosévá a třídí podle frakce, upravuje se kyselost a obsah živin. Neupravená rašelina se využívá hlavně při doplnění organické hmoty do půdy. (MAREČEK, 2001; SLOUP, 2011)

Pro jejich poréznost slouží rašeliny ke kyprosti těžkých substrátů. U hrubozrnných, písčitých, lehkých substrátů zvyšuje sorpční schopnost. Zlepšuje výhřevnost, zvyšuje vzdušnost a vodní jímavost. Hrubovláknitá rašelina obsahuje až padesát procent kapilárních pórů. Existují i rašelinné zeminy, které obsahují 35-50% spalitelných látek v sušině (navíc obsahují anorganický podíl), mají použití podobné jako u rašelin. (ŠIMEK, 2005)

3.4.1.2 Kompost

Jedná se o směs zeminy, odumřelých částí rostlin, živočichů a jejich exkrementů, které prošly alespoň částečným rozkladem za přítupu vzduchu neboli tlením. (SVOBODA, 2009)

Podle ČSN DIN 18 915 může být kompost z listí, pokosené nebo organické hmoty, drnů, kůry. Má být natolik rozložen, aby nedocházelo k jeho zahřátí. Neměl by přesáhnout poměru uhlíku: dusíku hodnoty 25 : 1. Můžeme ho dále rozlišit na kompost

z domovních odpadů, průmyslově vyráběný, z kůry a z ostatních materiálů jako jsou například kaly. (ŠIMEK, 2005)

Kvalitní kompost je rozložená organická hmota, částečně transformovaná v humusové látky a stabilizována koloidní frakcí. Tohoto stavu se docílí kompostováním, které má tři fáze: rozkládání, přeměna látek, syntéza. Na začátku kompostování dochází k rychlému rozkladu s rozvojem mikroorganismů a současným zvýšením teploty až k 60°C. Tímto procesem dochází k uvolňování CO₂, NH₃ a minerálních látek. Část minerálních látek spotřebují mikroorganismy, zbytek se hromadí v kompostu. Tato fáze má velký význam pro ničení semen plevelů a zárodků chorob či plísní.

V další fázi dochází k přeměně látek, respektive volné látky se zabudovávají do nových sloučenin.

Poslední etapou je syntéza, částečně se překrývá s předešlou fází. Zde vznikají trvalejší struktury humusových látek.

Aby výsledný kompost byl kvalitní, je třeba dodržovat několik zásad: zajistit potřebné množství vlhkosti, udržet správnou výměnu vzduchu a udržet kompost včetně jeho okolí bezplevelný.

Kvalitní kompost má nezastupitelnou úlohu v obnově půdní úrodnosti díky množství organické hmoty, sorpční a ionto-výměnné kapacitě a humusovým látkám. (VANĚK, 2007, s. 94-96)

Kompost je oproti chlévskému hnoji rychle působící hnojivo a může se použít nejen k základnímu hnojení ale i k přihnojení – používá se zpravidla velkoplošně. (TEKSL, 1999)

3.4.1.3 Organické mulče

Slovo mulč vychází z anglického slova „mulch“, přeložitelné jako „nastyłka“. (SVOBODA, 2009)

Jako mulč můžeme využít širokou škálu materiálů: od dřevního odpadu (drcená kůra, štěpka, piliny, hobliny), slámu, seno, posekanou trávu, až po jehličí či drcené šišky. (SLOUP, 2011)

Laboratorní studie prokazují, že vrstva 40 milimetrů organického mulče snižuje půdní výpar přibližně o 35%. Obecně plevelné rostliny dokážou využít vlhkost v půdě lépe než okrasné, tlustá vrstva mulče mezi 100 a 150 milimetry dokáže potlačit téměř

všechny plevely, kromě odolných a vytrvalých plevelů, jako například *Agropyron repens* (pýr plazivý) a *Convolvulus* (svlačec).

Vrstva mulče také výrazně snižuje dopadovou energii deště a tím omezuje, nebo znemožňuje erozi půdy. Zlepšuje půdní strukturu a aktivitu mikroorganismů v povrchových vrstvách půdy. (HARRIS, CLARK, MATHENY, 1999)

Obecné podmínky pro mulčování jsou definované v ČSN DIN 18 916. Při mulčování se musí použitý materiál a jeho výška přizpůsobit stanovišti a typu výsadby. Vrstva mulče má být rozprostřena souvisle a rovnoměrně. Mulčovací materiál nesmí bránit svými vlastnostmi pronikání vody a vzduchu do půdy. Mezi přirozený mulčovací materiál můžeme zařadit i spadané listí. Při správném použití mulče může mít příznivý vliv na vodní a teplotní režim půdy (tlumí extrémní výkyvy), sléhavost, zaplevelení a erozi, navíc může být pohledově atraktivní. (ŠIMEK, 2005)

3.4.2 Minerální půdní zlepšující materiály

3.4.2.1 Jíly a jílové nerosty

Jílové nerosty jsou druhotné vodnaté aluminosilikáty. Vznikají většinou zvětřáváním živců a jejich zástupců. Jílové nerosty působením vody mění svůj objem, při vysychání se smršťují, při zavodnění rozpínají. Jílové minerály jsou důležitou součástí sorpčního komplexu půd a vodního režimu díky své schopnosti poutat vodu a kationty. (HRUŠKA, 1982)

Jde o těžené materiály, které přichází na trh částečně jako přírodní materiál nebo průmyslově upravené. Svoji pojivostí jsou důležité pro tvorbu půdní struktury. Jejich účinek je závislý na pH půdy. (ŠIMEK, 2005)

Dále zvyšují stabilitu substrátů proti výkyvům pH (pufrční schopnost). Nejčastěji se využívá bentonit (pH 7). (KLOS, 2011)

Bentonity obsahují minerál montmorillonit, který má velmi vysokou výměnnou kapacitu. Nejvhodnější je s obsahem vápníku, kde je montmorillonit ve více než 70%, protože má dobrou strukturální stabilitu se smršťovacími vlastnostmi (se sodíkem má vysoké pH 10-12). Bentonity se používají hlavně jako podpora pro tvorbu půdní struktury, zvýšení sorpční a výměnné kapacity, jako pojidlo, k vázání těžkých kovů, zlepšení plastických vlastností, zvýšení vodní kapacity u písků a hrubých jemnozrnných písků. (ŠIMEK, 2005)

3.4.2.2 Písky

Jsou to sedimentované horniny. Skládají se ze zrněk muskovitu, křemene a dalších minerálů. Důležité jsou v nich příměsi hlinité a jílovité. (TEKSL A KOL., 1999)

Jsou chemicky inertní. Jsou odolné proti zvětrávání, bez fyziologického vlivu na rostliny. Jde hlavně o strukturální prvek pro přizpůsobení zrnitosti a jako drenážní a filtrační materiál. Rozlišujeme písek podle velikosti zrn. Na jemný (0,063-0,25 mm), hrubý (1-2mm) a střední (0,25-1mm). (ŠIMEK, 2005)

3.4.2.3 Tufy a tufity

Jedná se o přeměněné čedičové horniny. Obsahují vyšší procento karbonátů, makro a mikro prvků. Jejich struktura umožňuje rovnoměrné rozprostření v půdě. (SLOUP, 2011)

Často mívají vysoký obsah pórů. Otevřené póry přispívají ke zvýšení zádržné kapacity. Tufy mají nízkou pevnost v tlaku. Mohou být použity pro odlehčení substrátu, ke zlepšení půdní struktury a k omezení sedání půdy, jako drenážní a provzdušňovací materiál. Některé tufy obsahují velké množství draslíku a esenciální stopové prvky. (ŠIMEK, 2005)

3.4.2.4 Zeolity

Jedná se o druhotné vodnaté alumosilikáty. Mají ve své mřížce dutiny s tzv. zeolitovou vodou. Ta se odstraní opatrným zahříváním, bez porušení krystalové mřížky a minerál takto zbaven vody, může sloužit k zachycení vody či jiných molekul. Další vlastností této skupiny minerálů je schopnost záměny kationtů. Půdní zeolity patří mezi nejučinnější složky půdního sorpčního komplexu. Zeolity mají schopnost vázat vodu u písčitych a zkyřovat u těžkých půd. Prodávají se pod různými obchodními názvy a v různých frakcích. (SLOUP, 2011)

Zeolity jsou skeletové křemičitany. Jsou z přírodních ložisek nebo mohou být synteticky průmyslově vyráběny. Jsou vhodné stejně jako písek až hrubý jemnozrný písek. Výhodou proti bentonitu je, že nemají žádnou smršťovací a bobtnající schopnost, protože krystality jsou spojené pevnou strukturou v horninových agregátech. Působí jako měnič iontů, zvyšují sorpční kapacitu, sanují škody proti posypovým solím, fixují živiny a vážou těžké kovy. (ŠIMEK, 2005)

3.4.3 Syntetické půdní kondicionéry a pomocné přípravky s obsahem živin

„Smyslem použití půdních kondicionérů je korekce škodlivého působení negativních vlivů v půdě (např. úprava pH půdy), zlepšení vlastností půdy (např. mikrobiální aktivity půdy) nebo změna vlastností půdy (např. ovlivnění pórovitosti, vzdušné a vodní kapacity půdy aj.).“ (STRAKA a kol., 2015)

Za předpokladu, že půda nebo prokořenitelný substrát není v nejlepším stavu pro růst rostlin, umožňují zlepšení fyzikálních, chemických a biologických vlastností půdy. Zlepšují schopnost půd poutat vodu a živiny. (SKLÁDANKA, 2007)

„Zpravidla se jedná o vícesložkové agrochemikálie obsahující vedle makro- a mikroelementů ještě také jiné látky, např. stimulační a hydroabsorbční povahy za účelem zlepšování chemického, fyzikálního a biologického režimu půdy nebo přímo fyziologických a metabolických pochodů v rostlinách.“ (BULÍŘ, DUBSKÝ, 1998)

„Mezi hlavní skupiny syntetických půdních kondicionérů patří zejména hydroabsorbenty (dnes nejrozšířenější), stabilizátory povrchu půdy, silikátové koloidy, mykhorhizní preparáty, bioalgináty a humusové preparáty.“ (SLOUP, 2011)

Půdní kondicionéry mohou přímo ovlivnit fyzikální vlastnosti půd. (VLČEK a kol., 2014)

3.4.3.1 Hydroabsorbenty a pomocné přípravky s obsahem živin

Někdy bývají označovány jako „látky, zadržující vodu v půdě“. (SALAŠ, 2000)

Jedná se o syntetické polymery, často odvozené z přírodních látek (celulóza, škrob). Slouží k zlepšení vododržnosti půd nebo omezení půdní eroze. Vyskytují se ve formě prášku či granulí a po kontaktu s vodou bobtnají a vytvářejí gelovitou hmotu. Rostliny pak vodu odčerpávají svými kořeny z těchto nabobtnalých částic. Až na výjimky hydroabsorbenty nedokáží poutat živiny. Při předávkování nebo špatném promíchání mají hydroabsorbenty na rostliny negativní dopad. (SLOUP, 2011)

- **Agrisorb**

Jedná se o práškový koncentrát, který po smíchání s vodou slouží pro namáčení kořenů rostlin před výsadbou. Po namočení rostlin do gelu dojde k obalení nejjemnějších kořenů, které jsou následně chráněny před suchem a vlivy přesazení.

Přípravek zlepšuje kontakt kořenů s okolní půdou po výsadbě. Jeden gram přípravku je schopný navázat až 300g vody. (ANONYM 11)

Při pokusech na jižní Moravě bylo prokázáno, že po použití 20g/m² Agrisorbu dochází k významnému nárůstu retenční vodní kapacity půdy. (VLČEK a kol., 2014)

Složení: akrylamid, kopolymer kyseliny akrylátové, draselná sůl

Dávkování: použití jako 1% roztok, na 1 l vody se aplikuje 10g přípravku (ANONYM 11)

- Fertisorb M

Tento přípravek zvyšuje množství vody přístupné v půdě rostlinám. Dokáže absorbovat až 200g vody na 1g přípravku. Snižuje vodní stres rostlin až o 50%. Snižuje ztráty hnojiv vyplavováním a tím také chrání spodní vody před znečištěním. Zvyšuje cirkulaci vzduchu v zhutněných půdách.

Složení: granulovaný kopolymer akrylamidu , akrylát sodíku

Dávkování: pro přesazování rostlin – 1 -2 kg suchého Fertosu M na 1m³ půdy, nebo pro záhony květin 40-100g přípravku na 1m³ při zapravení do 20 cm do půdy, pro hrnkování rostlin 1 kg/m³ , pro trávníky 20-50g/m². (ANONYM 4)

- Plantasorb

Tento přípravek s životností až 5 let je schopen vázat vodu v půdě a zpřístupňovat ji postupně rostlinám.

Složení: rašelina, sapropel, piliny, bentonit, zeolit, granulovaný polyakrylamid

Dávkování: při plošné aplikaci se zapravením do 10 cm pod povrch se aplikuje dávka 500g/m², při míchání substrátu se aplikuje 100g na 10l substrátu. (ANONYM 9)

- TerraCottem

Jedná se o směs více než dvaceti součástí, které společně působí ve prospěch rostliny. Snižuje potřebu opakování zálivek až o 50%. Voda je uchovávána v polymerech akrylamidové a akrylové kyseliny a jakmile rostlina svými vlásečnicovými kořeny vrostle do těchto polymerů, může využívat vodu v nich uchovanou. (TerraCottem [online], 2005)

Složení: hydroabsorbční polymery (39,5%), organické a minerální hnojivo (10,5%), stopové prvky, stimulatory růstu (0,25%), vulkanická hornina (49,7%) (KLOS, 2011)

Dávkování: na 1 m³ zeminy z výsadbové jámy 1,5kg, nebo na 1 litr zeminy 1,5g. (ANONYM 1)

- Hydrogel

Jedná se většinou o krystalickou, případně práškovou substanci, která ve své mřížce je schopna zadržovat vodu tak, že 1 kg hydrogelu je schopen zadržet 250 až 300 litrů vody. Díky zadržení vody v půdě můžeme snížit frekvenci zálivek až o 70%.

Složení: organický polymer uhličitanu draselného

Dávkování: promícháním se zeminou, kdy aplikujeme 3 až 4g na 1 litr substrátu nebo země. (ANONYM 2)

3.4.3.2 Stabilizátory povrchu půdy – fixátory

Jak již název napovídá, tyto přípravky mají za účel zpevnit povrchovou strukturu půdy, aby došlo k omezení nebo úplnému zamezení půdní eroze větrem nebo vodou. Tyto přípravky by neměly omezovat zasakování vody do půdy ani bránit rostlinám v prokořenění.

- Terra-Control

Tento přípravek vytváří v horní vrstvě půdy trojrozměrnou strukturu, která brání erozi a fixuje povrch a vysetá semena. Zrychluje klíčení rostlin o 2-5 dnů a omezuje výpar (v laboratorních podmínkách při 25g/m² snížen výpar o 30%), ale nebrání vsakování dešťových srážek. (ANONYM 12)

Složení: polyvinylacetátová disperze (SLOUP, 2011)

Dávkování: aplikován jako 1-10% roztok, množství gramů postřikové jíchy se mění v závislosti na sklonu svahu a druhu půdy, ale pohybuje se mezi 10 a 300g/m²

(ANONYM 12)

3.4.3.3 Silikátové koloidy

Silikátové koloidy jsou látky na bázi silikátových gelů s koloidními vlastnostmi, jež pronikají póry a poutají vodu a živiny. Nízkomolekulární soly se

stejně rozprostírají v půdním horizontu zhruba do hloubky 300 mm a vytvářejí stabilnější agregáty z jemných částic půdy a tím zlepšují sorpční schopnost půdy. Také imobilizují těžké kovy a zlepšují odolnost rostlin k zasolení půdy. (SLOUP, 2011)

- Agrosil LR

Vytváří v půdě podmínky pro lepší kořenění rostlin. Vytváří v půdě směs silikátových gelů a solů. Gely mají koloidní vlastnosti, pronikají póry, poutají vodu a živiny. Nízkomolekulární soly se rovnoměrně rozprostírají v půdním horizontu až do 300 mm. Vytvářejí stabilnější agregáty půdy z jemných částic.

Složení: zpětně rozpustné silikáty (36% SiO₂), fosfát rozpustný v minerální kyselině (20%), fosfát rozpustný ve vodě (12%), sodík (hydrokřemičitan sodný) (8%)

Dávkování: při výsadbě dřevin (70-100g/m²), do vegetačního substrátu pro dřeviny (1-2 g/l). (KLOS, 2011)

3.4.3.4 Mykhorizní preparáty

Jedná se o preparáty s vysokou koncentrací spor symbiotických hub na nosném mediu. Po aplikaci ke kořenům se ve vlhkém prostředí začnou spóry hub rozvíjet a dojde k napojení na kořeny rostlin v jejím okolí za pomoci mykorrhizy. Rozšíří kořenový systém rostliny a zvýší dostupnost vody a minerálních látek, především fosforu.

- Symbivit

Přípravek je složený z reprodukčních částic (spor) šesti druhů mykorrhizních hub, navázaných na jílový nosič v podobě granulí. Tento základ je doplněn o přírodní humáty, výtažky z mořských řas, mleté horniny a polyakrylamidový gel pro lepší vývoj mykorrhizních hub.

Přípravek je nutné aplikovat tak, aby se dostal do přímého kontaktu s kořeny rostlin. V prvních třech týdnech po aplikaci není dovoleno používat systémové fungicidy na rostliny, protože by došlo k zničení symbiotických hub, které tvoří aktivní složku tohoto přípravku.

Složení: spóry symbiotických hub na jílovém mediu

Dávkování: podle velikosti kořenového balu – na 1l kořenového balu 15g přípravku. (ANONYM 9)

Do této skupiny můžeme také zařadit přípravky Supresivit, Myko Aktiv a Ecovit.

3.4.3.5 Bioalgináty

Jsou to podpůrné prostředky, jejichž aktivní složka, polyuronová kyselina, je navázána na jemně mleté řasy. Tyto přípravky dále obsahují aminokyseliny, fytohormony a stopové prvky. Podporují činnost mikroorganismů, zlepšují pufrací schopnost půdy a využitelnost živin. Potenciálně mohou obsahovat i toxické kovy. (SLOUP, 2011)

- Bio-Algeen granulát

Tento granulovaný přípravek je určen k aktivaci mikrobiálních procesů v půdách a substrátech. Vytváří ideální prostředí pro půdní bakterie a mykorhizní houby. Účinná látka v granulátu se po aplikaci spojí s jemnými částicemi půdy a zahájí pufrovací procesy, výměnu iontů a zlepšení vodní kapacity. Jeden gram tohoto přípravku dokáže vázat až 350 g vody. Zlepšuje příjem živin rostlinami z půdních roztoků.

Složení: polyuronové kyseliny navázané na mletých řasách

Dávkování: při dávkování rozhozem na široko 100 – 150 g/m², pro aktivaci a regeneraci zeminy či substrátů se aplikuje dávka 1,5-3kg/m³ a poté rovnoměrně promíchat, při výsadbě rostlin se dávka upravuje podle velikosti výpěstku a celkové mohutnosti, ale platí dávka 100-150g/m². (ANONYM 13)

- Bio-Algeen S-90

Přípravek je možné použít na širokou škálu polních plodin, na okrasné dřeviny, trávníky či pastviny. Podmínkou je první použití v raných fázích vývoje. Rozředěný koncentrát se aplikuje na rostliny. Dochází k urychlení životních funkcí, urychlení fotosyntézy a výměny látek. Stěžejním efektem je nárůst kořenového systému rostlin. Po jedné aplikaci dochází k 30-50% nárůstu kořenového systému. Další aplikace přípravku je doporučeno používat před důležitými fázemi (začátek kvetení či tvorby plodů).

Složení: koncentrát polyuronové kyseliny, aminokyseliny, fytohormony, stopové prvky

Dávkování: přípravek je nutno aplikovat v raných fázích růstu, pro aktivaci osiva se používá ředění 1:100. (ANONYM 13)

- Algomin ® Plus

Přípravek po aplikaci stabilizuje pH v půdě, pokrývá potřebu rostlin na živiny, pomáhá tvořit jílo-humusový komplex. Zvyšuje aktivitu mikroorganismů a zlepšuje pórovitost.

Složení: základem jsou sušené mleté mořské řasy (*Lithothamnium calcareum*), sklizené v okysličených vodách Atlantiku, s obsahem prvků: vápník (80-85%), uhličitán hořečnatý (10-15%), křemík (4-5%), stopové prvky

Dávkování: při první aplikaci 0,5-1t/ha , při další 0,5t/ha (ANONYM 10)

3.4.3.6 Humusové preparáty

Jedná se o přípravky na bázi vysokomolekulárních dusíkatých organických sloučenin. Mají specifické chemické, fyzikální a biologické vlastnosti. Nejdůležitějšími zástupci jsou huminové kyseliny, fulvokyseliny a huminy. Vyrábějí se z rašelin, hnědého uhlí, dřeva a kalů z čistíren odpadních vod. (SKOUKUP, 2008)

- Lignohumát MAX

Jedná se o hnědočerný koncentrát s vysokým obsahem fulvokyselin a základních mikroprvků. Po aplikaci dochází k zvýšení aktivity fotosystému, zlepšení využití živin, zlepšení příjmu živin listem a k rozvíjení kořenového systému. Rostliny

jsou také odolnější vůči stresovým faktorům a chorobám. Tento roztok je získáván přeměnou jakostních lignosulfonátů.

Složení: sušina přípravku obsahuje přibližně 90% huminových a fulvových látek z toho 1/2 jsou vysokomolekulární soli huminových kyselin a 2/2 nízkomolekulární části fulvových kyselin, dále obsahuje 3% síry v sušině a stopové prvky.

Dávkování: Lignohumát MAX se aplikuje postřikem pod patu rostlin 1-5x za vegetační období v koncentracích mezi 03-04 l/ha nebo namáčením semen či sadby, zálivkou sazenic, lze aplikovat společně s jinými hnojivy (ANONYM 6)

- Fortehum L/K a L/Na

Jedná se o tekutý rostlinný přípravek hnědočerné barvy a typického zápachu s obsahem humidové a fulvové kyseliny. Přípravek má celkový pozitivní vliv na rostliny i půdu. Zdrojem pro výrobu přípravku je zvětralé hnědé uhlí (oxyhumolit), ze kterého byly získány humidové a fulvové kyseliny alkalickou extrakcí ve vodní lázni.

Složení: minimálně 13% huminových látek

Dávkování: postřikem na list při dávce 0,5-1 litr na hektar nebo máčením semen či sazenic do roztoku 5ml přípravku na 10 litrů vody, minimální doba máčení je 2 hodiny. Dále je možné rostliny zalévat roztokem (6ml přípravku na 10 l vody) při dávce 3-5l na 10m² v intervalu 10-14 dní. (ANONYM 3)

3.5 Přehled a srovnání přípravků

3.5.1 Ekonomická náročnost

V tabulkách podle typu přípravku je uvedena jednotková cena za měrnou jednotku, velikost balení, ze kterého byla tato cena vypočítána a výrobce. Je-li cena pouze v zahraniční měně, je uvedena v poznámce a přepočítána na koruny podle kurzu platného v době zpracovávání práce (27Kč/ 1€).

3.5.1.1 Organické půdní zlepšující materiály

typ přípravku	výrobce	MJ	cena/MJ	balení	poznámka
Rašelina	AGRO CS a. s.	l	2,9 Kč	75l	
Kompost	AGRO CS a. s.	l	2,7 Kč	50l	
Mulčovací kůra-borka	AGRO CS a. s.	l	4,5 Kč	70l	
Štěpka	Timmer a.s.	l	3,6 Kč	1t	

Tab.č.1 Ceny organických zlepšujících materiálů

3.5.1.2 Minerální půdní zlepšující materiály

typ přípravku	výrobce	MJ	cena/MJ	balení	poznámka
Jíly a jílové nerosty - bentonit	Medium International I. s.r.o.	kg	3,8 Kč	30kg	
Písky	Brtek s.r.o.	t	303,0 Kč		maltový
Tufy a tufity	JEFER, spol. s r.o.	kg	6,8 Kč	25kg	
Zeolity	BIOCLEAN	kg	12,0 Kč	25kg	

Tab.č.2 Ceny minerálních zlepšujících materiálů

3.5.1.3 Syntetické půdní kondicionéry

• Hydroabsorbenty a pomocné látky s obsahem živin

typ přípravku	výrobce	MJ	cena/MJ	balení	poznámka
Agrisorb	STOCKHAUSEN GmbH	kg	600,0 Kč	25kg	
Fertisorb M	FERTIL S.A.S.	kg	284,6 Kč	25kg	€10,5/ kg
Plantasorb	Symbiom, s.r.o.	kg	104,2 Kč	10kg	
Stocksorb	Evonik Nutrition & Care GmbH	kg	372,6 Kč	5kg	€13,8 / kg
TerraCottem	TerraCottem BVBA	kg	439,0 Kč	10kg	
Hydrogel	AGRO CS a. s.	kg	309,5 Kč	20kg	

Tab.č.3 Ceny hydroabsorbentů

• Stabilizátory povrchu půdy-fixátory

typ přípravku	výrobce	MJ	cena/MJ	balení	poznámka
Terra-Control	Wöbking GmbH	kg	199,6 Kč	30kg	

Tab.č.4 Ceny fixátorů povrchu půdy

- **Silikátové koloidy**

typ přípravku	výrobce	MJ	cena/MJ	balení	poznámka
Agrosil LR	COMPO GmbH & Co.KG	kg	88,8 Kč	25kg	

Tab.č.5 Ceny silikátových koloidů

- **Mykhorizní preparáty**

typ přípravku	výrobce	MJ	cena/MJ	balení	poznámka
Symbivit	Symbiom, s.r.o.	kg	178,9 Kč	10kg	
Ecovit	Symbiom, s.r.o.	kg	673,3 Kč	300g	

Tab.č.6 Ceny mikhorizních přípravků

- **Bioalgináty**

typ přípravku	výrobce	MJ	cena/MJ	balení	poznámka
Bio-Algeen granulát	Schulze a Hermsen GmbH	kg	200,0 Kč	25kg	
Bio-Algeen S-90	Schulze a Hermsen GmbH	l	240,0 Kč	10l	
Algomin [®] Plus	CUXIN DCM	kg	35,1 Kč	20kg	€1,3 / kg

Tab.č.7 Ceny bioalginátů

- **Humusové preparáty**

typ přípravku	výrobce	MJ	cena/MJ	balení	poznámka
Lignohumát MAX	AMAGRO s.r.o.	l	349,6 Kč	10l	
Fortehum L/K	Humatex, a.s.	l			

Tab.č.8 Ceny humusových preparátů

3.5.2 Typy aplikačních technologií

Ve výživě rostlin se objevuje celá řada faktorů, která souvisí se způsobem způsobu aplikace a množství. K těmto faktorům patří půdní druh, druh rostliny, klimatické podmínky a půdní vlastnosti. (MALÝ a kol., 1998)

Některé přípravky je možné použít kromě samostatné aplikace i ve směsi, jak v kapalné, tak v tuhé formě, například ve směsi s travním osivem. (ENGLMAIER a kol., 1980)

3.5.2.1 Podle doby aplikace

Dobu aplikace přípravků, můžeme rozdělit na dodání před výsadbou, při výsadbě nebo dodatečně po výsadbě. (TYKAČ a kol., 1980)

K aplikaci přípravků před výsadbou dochází při úpravě a zpracovávání půdního profilu. Rostliny se dostanou do kontaktu s přípravky až při výsadbě, ale při výsadbě samotné nedochází k aplikaci dalších přípravků.

Při výsadbě dochází k aplikaci přípravků do výsadbových jam, nebo k namáčení kořenů do roztoků.

Dodatečně po výsadbě můžeme aplikovat zálivkou či postřikem, ale také bodově či kroužkováním k rostlinám. Případně i rozhozem na široko. U vzrostlých stromů je možné použití injektorů, buď kapalné, nebo tuhé látky. Injektory se skládají z dávkovacího zařízení s pístem a dutou jehlou, zakončenou ocelovým hrotem. Dávkování je ovlivněno délkou stlačení pístu. Podle hloubky dodání jsou různé typy injektorů. (ENGLMAIER a kol., 1980)

3.5.2.2 Podle rozsahu použití

Přípravky aplikujeme bodově nebo na široko. Plošná aplikace není vhodná pro přípravky, které se používají pouze k aplikaci přímo k rostlinám. Pokud chceme aplikovat přípravky plošně se zapravením do půdy, je vhodné tuto aplikaci provést před samotnou výsadbou rostlin.

Pokud se zaměříme na syntetické půdní kondicionéry, pro jejich aplikaci není nutné využití strojů, jedná-li se o malé měřítko. Například při aplikaci v polním hospodářství by bylo neekonomické provádět aplikaci ručně. (SOUKUP, MATOUŠ, 1979)

3.5.2.3 Podle formy aplikace

Použití materiálů, přípravků závisí na jejich formě. Rozlišujeme dvě formy – pevné a kapalné. (SOUKUP, MATOUŠ, 1979)

• Aplikace tuhých přípravků

Způsob aplikace je pomocí rozmetání pevných forem přípravků s použitím techniky nebo rozhozem plošně či přidáním přímo k rostlině. Rozmetadla mohou být návěsná, samonosná nebo ruční (aplikátory granulí). Rozmetadla se skládají ze zásobníku, kam se vloží přípravek, a z rozmetacího ústrojí. (ENGLMAIER a kol., 1980)

Mechanická rozmetadla jsou přesnější, než ruční aplikace. Po rozhozu přípravku dojde k zapravení do půdy nebo ponechání na ploše. Při zapravení hloubka závisí na druhu rostliny. Pokud jde o mělce kořenící nebo hluboko kořenící rostliny. Aplikace přípravku do blízkosti kořenů může mít jak pozitivní, tak u některých rostlin negativní vliv. (SOUKUP, MATOUŠ, 1979)

K plošnému zapravení přípravku je možné použít k mělkému zapravení podmínku pomocí radlic, pro mělké až hluboké zapravení orbu. (TEKSL, 1999)

Další možností je zapravení použitím rotavátoru. Orba má být provedena, pokud je to možné, na podzim, případně na jaře. Při zpracování půdy je důležité, aby ornice nebyla příliš mokrá, povrch rozorané půdy se musí co nejdříve zpracovat, aby příliš nevyschla. (HURYCH a kol., 2011)

• Aplikace tekutých přípravků

Pro použití kapalných přípravků existují mechanizační prostředky. Při použití může docházet k aplikaci na povrch nebo k zapravení od půdy. Způsob se volí podle složení přípravku. Součástí aplikačních prostředků je nádrž, dávkovač (gravitační, pneumatický, hydraulický s tryskami) a rozstřikovač. Při zapravení se skládá navíc i z radliček, u kterých je přímo vyvedena hadička. Aplikace tekutých přípravků je možná při závlaze (rozpuštěná látka) nebo přímo namočením kořenů v přípravku. Na trhu jsou mechanizace návěsné i samonosné (ruční, zádové postřikovače) nebo dávkovače přímo k závlaze. (ENGLMAIER a kol., 1980).

3.6 Příklady použití půdních kondicionérů v ČR a v zahraničí

3.6.1 TerraCottem

Přípravek Belgické firmy TerraCottem.

- **Germany, Rosenheim – *Pinus Sylvestris* L.**

Refereční realizace firmy TerraCottem byla založena v Německu v roce 1995. Měření probíhalo v letech 1996-1998. Měřenými parametry byl úhyn a dlouhivý růst rostlin. Celkem bylo vysazeno 224 (112 stromů na 1 variantu) stromů ve dvou variantách, bez a s TerraCottem.

Stromy bez aplikovaného přípravku měly 26% úmrtnost a stromy s přípravkem měly 6% úmrtnost.

Podle předložených údajů měl TerraCottem efekt na dlouhivý růst rostlin v každém ze tří měřených let. Celkový naměřený rozdíl přírůstku činil 2,5 cm. (ANONYM 1)

- **Česká republika, Praha-Kbely**

Realizace založena v roce 1996. Fotografie je pořízena jeden rok po výsevu. Vlevo plocha bez použití TerraCottemu, v pravo s použitím TerraCottemu, dávka 120g/m². (ANONYM 1)



Obr.č.1 Praha-Kbely, reference-TerraCottem, zdroj: TerraCottem.cz

3.6.2 Symbivit a Ecovit

Jsou to mykorhizní přípravky české firmy Symbiom.s.r.o

- **Maďarsko, KEFAG rt. Kecskemét**

Referenční pokus firmy v lesních porostech byl uskutečněn v letech 2004-2006 v Maďarsku. Mezi pokusnými dřevinami byly: *Populus alba*, *Robinia pseudoacacia*, *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur* a *Pinus nigra*.

Inokulace dřevin symbiotickými houbami nebyla úspěšná ve všech případech, ale je možné, že vzorky byly poškozeny nevhodnou manipulací. Obecně lepších výsledků bylo dosahováno u rostlin inokulovaných při výsadbě na trvalé stanoviště.

Efekt symbiotických hub na růst rostlin nemohl být měřen u všech variant z důvodu silného okusu zvěří. Zajímavých výsledků bylo dosaženo u *Pinus nigra*, kdy sazenice ošetřené přípravkem po 2 letech měly výšku 153% oproti kontrole, ale průměr kořenového krčku byl pouze 87% oproti kontrole. U *Populus alba* byly výsledky podobné, i když obrácené. (BARNA, 2007)

3.7 Poznatky z vědeckých a akademických pokusů

3.7.1 Vliv půdních kondicionérů na počáteční růst dřevin vysázených na antropogenních substrátech

Tento výzkumný projekt probíhal v letech 1997-2004. Výzkum byl prováděn Jaroslavem Červenkou a Ing. Pavlem Bulířem.

V rámci projektu byly srovnávány účinky půdních kondicionérů na mladé lesnické sazenice při výsadbě rekultivací na antropogenních substrátech.

Zkoušenými přípravky byly: Frisol F koncentrát a granulát, TerraCottem, Bio-algeen granulát, Bio-algeen S-90, Bio-algeen kořenový koncentrát, Silvamix Forte a Cererit.

Při výzkumu ujímavosti měl nejlepší výsledky Bio-algeen v podobě kořenového koncentrátu. Frisol a Cererit zvýšily úhyn sazenic. TerraCottem a Silvamix Forte neměly na ujímavost sazenic žádný efekt. Přípravky mají na ujímavost efekt pouze v prvním roce. Důležité je, aby rostliny nebyly fyziologicky a morfologicky poškozené, jinak přípravky nevykazují účinnost. V dobrých podmínkách jsou účinky půdních kondicionérů málo zřetelné.

Efekt přípravků na dlouhivý a tloušťkový růst byl nejvíce znatelný ve druhém, třetím a někdy i ve čtvrtém roce po výsadbě. Působení přípravků je závislé na druhu dřeviny a stanovišti. Javory a borovice dobře reagují na Frisol F.

Časové rozmezí pro výpočet ekonomické efektivity bylo dosažení zajištěné kultury. Přejít do tohoto stavu uspíšil Frisol F a Silvamix Forte u borovice černé. Analýza nákladů poukazuje na ekonomickou neefektivnost zkoušených přípravků. Náklady při použití půdních kondicionérů se zvyšují v rozmezí 4,5 až 31,2%. Mezi nejdražší patřil přípravek TerraCottem, mezi nejlevnější Silvamix Forte a Bio-algeen. (BULÍŘ, ČERVENKA, 2004)

3.7.2 Pomocné půdní látky a jejich využití ve školkařských substrátech

Výzkum pro tuto diplomovou práci probíhal v letech 2010-2011 na zakořeněných řízcích *Viburnum opulus* L. Tyto řízky byly poté vysázeny do kontejnerů o objemu 1,5l a rozděleny do dvou závlahových režimů. Řešitelem pokusu byl Břetislav Klos. Přípravky použité v pokusu byly: Hydrogel, Agrosil LR, TerraCottem. Během vegetace byly rostliny 12x přihnojovány Kristalonem.

Většina morfologických měření probíhala po ukončení vegetace. Mezi měřené veličiny patřily: počet výhonů, výška rostlin, průměr kořenového krčku, sušina listů, výhonů a kořene. Z fyziologických parametrů byl měřen obsah chlorofylu, fluorescence chlorofylu a průduchová vodivost. Také byl zjišťován vliv půdních kondicionérů na substrát.

Celková výška rostlin s použitím Hydrogelu a rostlin v kontrolním měření byla v obou režimech závlahy prokazatelně vyšší, než u ostatních přípravků.

Průměr kořenového krčku je velmi ovlivněn vstupním materiálem. V tomto měřeném parametru měl lepší výsledky Hydrogel a kontrola, než Agrosil a TerraCottem. U počtu výhonů byly výsledky podobné, jen s menšími rozdíly.

U měření sušiny nebyla prokázána korelace mezi sušinou listů, kořenů a výhonů. Hydrogel a TerraCottem měly méně kořenové sušiny nežli kontrola a Agrosil.

Obsah chlorofylu podléhá více vlivům, ale kontrola a Hydrogel měly lepší výsledky než Agrosil a TerraCottem. Hodnoty fluorescence nebyly průkazné.

Kromě Hydrogelu neměly ostatní přípravky lepší efekt na rostliny, než kontrola.

(KLOS, 2011)

3.7.3 Studium stresových faktorů ovlivňujících školkařskou produkci

Pokus této dizertační práce v letech 2006-2007 byl zaměřen na stresové faktory rostlin s použitím přípravků Hydrogel, TerraCottem a Agrosil LR. Pokusné plochy s jednoletými semenáčky *Acer pseudoplatanus* a *Quercus robur* byly umístěny na dvě různá stanoviště.

Na rostlinách byly měřeny různé morfologické (délka přírůstku, počet přírůstků, průměr kořenového krčku, kořenový systém) a fyziologické (počet listů, listová plocha, hmotnost listů a sušiny) parametry.

Měření ukazují, že půdní kondicionéry měly pozitivní vliv na morfologické parametry rostlin. Nejúčinnější byl Hydrogel, který měl celkově nejlepší výsledky.

Analýzy listů průkazně nepotvrdily rozdíly mezi kontrolou a variantami s přípravky. Ale výsledky poukazují na to, že rostliny s přípravky měly lepší výsledky, nežli varianta kontrolní. (SLOUP, 2011)

3.8 Zhodnocení současného stavu a vývojových trendů v používání půdních kondicionérů a dostupné literatury

O syntetických půdních kondicionérech, není dostatek prokazatelných informací, které by obstály v praxi mezi odbornou veřejností, proto se s těmito přípravky nepočítá při plánování ani při realizaci. Častým prvkem vstupujícím do rozhodování je i vyšší pořizovací cena oproti doposud používaným zlepšujícím materiálům.

Jakmile budou tyto přípravky dobře popsány i s výsledky pokusů v odborné literatuře, včetně osvěty na střeňích školách a učilištích, může dojít ke zvýšení používání těchto přípravků v praxi.

O syntetických přípravcích na zlepšení půdy není v České republice dostatek informací. Je známo pouze několik výzkumů. Zkoumání půdních kondicionérů ve volné půdě se věnuje málo autorů, nejrozsáhlejší výzkum je z Průhonic, kdy v letech 1997-2004 bylo zkoumáno působení půdních kondicionérů na antropogenních substrátech. Tyto studie nejsou dostatečné pro zhodnocení podmínek v celé České republice, kde se vyskytují různé typy půd, substrátů a jiných vnějších vlivů, které jsou proměnlivé. Výrobci se snaží deklarovat informace o působení přípravků, ale informace mohou být zkresleny ve prospěch těchto přípravků. Případně v referenčních pokusech je jeden přípravek produkovaný výrobcem a kontrola, bez možného porovnání s jinými přípravky. Zatím nejsou popsány výrazné negativní projevy, kromě předávkování. Nejsou evidovány celkové statistiky doby, po kterou jsou syntetické přípravky funkční. Ze zahraničních zdrojů se mi nepodařilo zjistit dostatek informací. Nejvíce informací pro tuto práci se mi podařilo zjistit ve Výzkumném ústavu Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví v Průhonicích a ze zdrojů Zahradnické fakulty Mendelovy Univerzity v Brně.

4. METODIKA A MATERIÁL

Tato kapitola se zabývá metodickými postupy při plánování, zakládání, měření a vyhodnocování pokusu a jsou zde specifikovány materiály použité v tomto pokusu.

4.1 Charakteristika použitých materiálů

4.1.1 Popis modelové dřeviny *Acer L.* – javor

Čeleď: *Aceraceae* – javorovité

Rod javorů patří ve své čeledi k nejpočetnějším. Radíme k němu stromy a zřídka keře. Ve světě rozeznáváme přibližně 120 druhů. Pupeny jsou vstřícné. Listy mají delší řapík a jsou nejčastěji laločnaté až dělené, na podzim zabarvují převážně do žluté, oranžové nebo červené barvy. Plody jsou dvojnážky s typickým okřídlením.

Ideální podmínky jsou úrodné, humózní půdy, propustné a mírně vlhké, ale snáší i sušší a štěrkovité půdy. V našich podmínkách jsou mrazuvzdorné, nesnáší ale tuhé zimy nebo mrazové kotliny. „Většina druhů je odolná proti exhalátům.“ (SLOUP, 2011; HURYCH, MIKULÁŠ, 1973)

Všechny javory radíme mezi světlomilné, některé snáší v mládí i polostín, například *A. pseudoplatanus*. Javory vysazujeme na jaře ještě před rašením nebo na podzim po opadu listů. Z kontejnerů lze vysazovat kdykoliv během vegetace. (HIEKE, 1978)

4.1.1.1 *Acer pseudoplatanus L.* – javor klen

Jedná se o domácí druh, běžně se vyskytuje v celé Evropě. U nás se běžně vyskytuje až do výšky 1100-1400 m n.m.. Je to mohutný strom středně rychlého růstu. Koruna je hustá, vejčitého, oválného až kulovitého tvaru, šířky 15 až 20 metrů. Narůstá do výšky 20 až 30m, někdy může být až 40 m vysoký, s kmenem o průměru až 1,5m. Listy jsou velké, s pěti laloky na dlouhém řapíku. Svrchní vrstva listu je tmavě zelená, rubová strana je šedozelená. Na podzim se listy vybarvují do žluta. Květ se objevuje až v květnu po vyrašení listů, v převislých hroznech žlutozelené barvy. Plody, dvojnážky, mají odstávající křídla v tupém úhlu, jsou světle zelené a později hnědé barvy. Vhodný je do stanovišť čerstvě vlhkých, humózních, výživných, od slabě kyselých po zásadité

půdy. Upřednostňuje půdy mírně vlhké, propustné. Vyžaduje plně osluněné stanoviště až polostinné. Lze jej použít jako solitéru do parků nebo jako alejový strom do měst i do krajiny. Používá se v mnoha kultivarech a formách. (ANONYM 7; HURYCH, MIKULÁŠ, 1973; MÁLEK, HORÁČEK, KISENBAUER, 2012)

Kořen umožňuje dobré zakotvení v půdě i na suťových stanovištích, má kořeny hustě chapadlovitě rozvětvené, kulový kořen nebo dlouze protáhlé kořeny vedlejší. Nesnáší příliš vlhké až mokré stanoviště se stojatou vodou, nutný je ale dostatek vláhy. (HIEKE, 1978)

Dobře odolává větru, roste i v chladnějších polohách a je mrazuodolný. Tím, že pozdě raší, netrpí pozdními mrazy. Ve městech nesnáší dobře přisušky a znečištěné prostředí. Je citlivý na posypovou sůl. Na listech saje hmyz vylučující medovici, je náchylný na korovou spálu na osluněné straně. Jeho pyl je alergenní. V krajině se může dožít vysokého věku, ve městě je středněvěký. (MÁLEK, HORÁČEK, KISENBAUER, 2012)

4.1.2 Popis výpěstku použitého v pokusu

Výpěstky byly zakoupeny v okrasné školce Montano v Přerově nad Labem. Jednalo se o *Acer pseudoplatanus*, s obvodem kmene 6-8 cm, měřené v 1 m od země dle školkařské normy.

Výpěstky byly prostokořenné, tedy bez balu. Jednalo se o špičáky, bez zapěstované korunky.

Zakoupeno bylo více výpěstků a pro pokus byl proveden výběr jedinců s pokud možno nejvíce podobnými rozměry.

V pokusu bylo použito 25 kusů jedinců.

4.1.3 Popis použitých půdních kondicionérů

Zvolené přípravky zvyšují schopnost poutat vodu, případně i živiny, v půdě a zpřístupňovat ji rostlinám. Dva přípravky (Terracotem a Hydrogel) jsou na silikátové bázi a zadržují vodu ve své mřížce za současného zvětšení svého objemu. Oproti tomu poslední přípravek (Agrosil LR) zlepšuje sorpční schopnost půdy spojováním jemných částic v půdě. Tím dochází ke zlepšení schopnosti půdy vázat vodu i živiny.

Po konzultacích s odbornými pracovníky Mendelovy univerzity, byla stanovena základní dávka pro všechny přípravky 100g.

4.1.3.1 TerraCottem

Patří do skupiny hydroabsorbentů obohacených o růstové stimulanty a živiny. Jejich důležitou vlastností je schopnost několikanásobné změny objemu granulované látky při kontaktu s vodou. Poutají srážkovou nebo závlivkovou vodu a poté ji zpřístupňují rostlinám. Tím ochraňují rostliny před stresem, podporují mikrobiologickou aktivitu a stimulují růst.

TerraCottem je půdní kondicionér určený k zvýšení živné a vodní kapacity půd. Zlepšuje strukturu a míru provzdušnění v kořenovém prostoru. Přípravek je schopný pojmout stonásobné množství vody oproti svému obsahu. (STRAKA a kol., 2015)

Jedná se o směs více než dvaceti součástí, které společně působí ve prospěch rostliny. Podle výrobce snižuje potřebu opakování závlivek až o 50%. Voda je uchovávána v polymerech akrylamidové a akrylové kyseliny a jakmile rostlina svými vlásečnicovými kořeny vrostle do těchto polymerů, může využívat vodu v nich uchovanou. Navíc přípravek obsahuje směs postupně se uvolňujících dusíkatých hnojiv a vulkanických částí hornin. (ANONYM 1)

Složení: hydroabsorbční polymery (39,5%), organické a minerální hnojivo (10,5%), stopové prvky, stimulanty růstu (0,25%), vulkanická hornina (49,7%) (KLOS, 2011)

Přípravek musí být rovnoměrně promíchán v suché formě do substrátu nebo do zeminy v celé kořenové zóně.

Uplatnění použití je možné v zemědělství, lesnictví i v zahradnictví. Má své využití při zalesňování, výsadbě stromů a keřů, na střešních zahradách, pro trávníky, květinové záhony a do nádob, kontejnerů. Aplikuje se při výsadbě nebo těsně před výsevem. Největší výhodou přípravku podle výrobce je to, že umožňuje růst rostlin v degradovaných, zasolených či jinak antropizovaných oblastech.

Dávkování: na 1 m³ zeminy z výsadbové jámy 1,5kg nebo na 1 litr zeminy 1,5g. Životnost přípravku je 8 let. (ANONYM 1)

Postup aplikace přípravku při výsadbě stromu: Podle dávkování se přípravek přidá do zeminy z vykopané jámy a dobře se promíchá. Poté se tato směs vrátí do jámy při výsadbě stromu. Nakonec se vytvoří závlivková mísa ze zeminy, ve které není přípravek obsažen. Pro plošnou aplikaci doporučuje výrobce použití rozmetadla a poté zapravení pomocí rotavátoru. (STRAKA a kol., 2015)

Přípravek byl zakoupen v Zahradnictví Sinco s.r.o.

Výrobce je TerraCottem BVBA

4.1.3.2 Agrosil LR

Patří do skupiny silikátových koloidů. Jde o půdní kondicionéry, které jsou na bázi vysoce molekulárních silikátových gelů. Mají koloidní vlastnosti, pronikají jemnými póry půdy a jsou schopné poutat vodu a živiny. Nízkomolekulární sol je schopný se rovnoměrně pohybovat a rozděluje se rovnoměrně do půdního horizontu až do hloubky 30cm. Spojuje jemné částice a vytváří stabilní agregáty. Koloidy na sebe navazují humusové a jílovité částičky, tím pozitivně ovlivňují sorpční schopnost a vodní kapacitu půdy. Mají schopnost imobilizovat těžké kovy, zvyšovat odolnost rostlin vůči chorobám, škůdcům a zasolení půdy. Jejich výhodou oproti hydroabsorbentům je možnost použití po výsadbě díky méně výrazným objemovým změnám. (STRAKA a kol., 2015)

Uplatnění má hlavně na problémových stanovištích, na sterilních a neplodných půdách, pro ozelenění kontaminovaných stanovišť, na zasolené půdy, pro intenzivně využívané trávníky. (STRAKA a kol., 2015)

Složení: zpětně rozpustné silikáty (36% SiO_2), fosfát rozpustný v minerální kyselině (20%), fosfát (oxid fosforečný) rozpustný ve vodě (12%), sodík (hydrokřemičitan sodný) (8%) (KLOS, 2011)

Kombinace silikátu a oxidu fosforečného podporuje růst kořenů a zvyšuje prokořenění. Zlepšuje drobtovitou strukturu půdy, zvyšuje sorpční a vodní kapacitu půdy. Silikátové koloidy podporují transport fosforečnanů v půdě, zabraňují vytváření jejich nerozpustných sloučenin v půdě a zajišťují jejich přístupnost pro kořeny rostlin. Kombinace silikátových gelů a solu je vytvořena díky převážné vodorozpustnosti přípravku. (STRAKA a kol., 2015)

Dávkování: při výsadbě dřevin a keřů ($70-100\text{g/m}^2$), do vegetačního substrátu pro dřeviny (1-2 g/l). (KLOS, 2011)

Postup aplikace přípravku je přimíchání do vegetačního substrátu, zapravení do půdy, které ale není nutné. Je možné přípravek použít i po výsadbě. Agrosil LR

postupně sestupuje půdními póry do nižších horizontů půd díky závlaze. Aplikace je možná pomocí rozmetadel nebo ručně. Účinnost v půdě je 10-12let. Výhodou přípravku je dlouhodobá účinnost v půdě. (STRAKA a kol., 2015)

Přípravek byl zakoupen v AgroEfekt, s.r.o.

Výrobce je COMPO GmbH & Co.KG

4.1.3.3 Hydrogel

Patří do skupiny hydroabsorbentů, kde důležitou vlastností je schopnost několikanásobné změny objemu granulované látky při kontaktu s vodou. Poutají srážkovou nebo zálivkovou vodu a poté jí zpřístupňují rostlinám. Tím ochraňují rostliny před stresem, podporují mikrobiologickou aktivitu. (STRAKA a kol., 2015)

Jedná se o krystalickou, případně práškovou substanci, která ve své mřížce je schopna zadržovat vodu, kdy 1 kg hydrogelu je schopný zadržet 250 až 300 litrů vody. Díky zadržení vody v půdě podle výrobce můžeme snížit frekvenci zálievek až o 70%. (ANONYM 2) Pro úplné nasycení přípravku, k nejvyšší účinnosti, je nutné vodu dodávat pomalu a plynule. Schopnost vstřebávat a uvolňovat vodu přetrvává i po opakovaném období sucha a vlhka. (KLOS, 2011)

Složení: organický polymer uhličitanu draselného, méně než 0,0025% akrylamid, méně než 0,006% kyselina akrylová. (KLOS, 2011)

Dávkování: promícháním se zeminou, kdy aplikujeme 3 až 4g na 1 litr substrátu nebo země (ANONYM 2)

Aplikace přípravku je možná plošně nebo bodově, v tuhé fázi přípravku. Po aplikaci je nutné jeho promíchání se zeminou nebo substrátem. Není doporučeno používat přípravek dodatečně po výsadbě, protože tak není možné rovnoměrné zapravení. (KLOS, 2011)

Životnost přípravku je 7 až 9 let.

Přípravek byl zakoupen v ZZN Polabí, a.s.

Dodavatelem je AGRO CS a. s. pod značkou FLORIA

4.2 Metodika pokusu

Jako forma testování byl zvolen jednoletý polní pokus s vysazeným jedním druhem dřeviny a celkem vyzkoušeny tři přípravky včetně kontroly (Agrosil LR, Hydrogel, TerraCottem). Měření působení přípravků na rostliny probíhalo několikrát během roku a na konci vegetačního období.

Pokus byl rozdělen do 4 fází. V první fázi, přípravné, bylo naplánováno vhodné umístění pokusu, použití výsadbového materiálu a zástupců materiálů pro porovnání.

V druhé fázi byl založen pokus, při kterém byly označeny jednotlivé stromy pro další orientaci při měření a vyhodnocování.

Ve třetí fázi probíhalo měření, každých šest týdnů a byly měřeny přírůstky terminálních letorostů s jejich zápisem do tabulky. Po ukončení vegetačního období byly naměřeny veškeré přírůstky výhonů za celou vegetaci.

Ve čtvrté fázi byly tyto údaje vyhodnoceny. Statistické metody použité při vyhodnocování byly: suma, průměr, median.

4.2.1 Plánování pokusu

Po konzultacích s odbornými pracovníky zahradnické fakulty na Mendeleu jsem stanovil jednotnou dávku pro všechny přípravky na 100g.

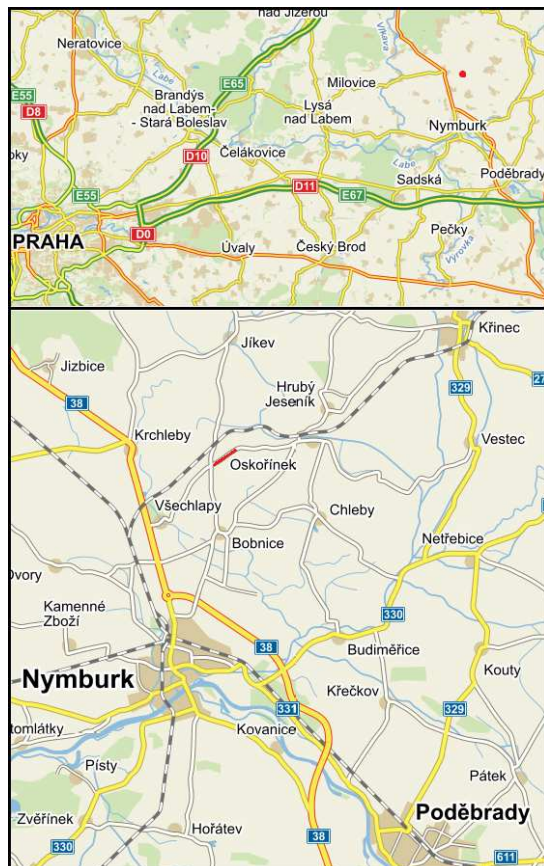
Původně byl pokus plánován pro 60 stromů v městském prostředí, ale bohužel tato možnost nakonec nevyšla.

Po konzultaci s panem Ing. Miroslavem Vachůnem, Ph.D. byl použit záložní plán, kdy bylo vysazeno 25 stromů *Acer pseudoplatanus* L. (7 stromů kontrolních, 6 stromů s TerraCottem, 6 stromů s Hydrogelem, 6 stromů s Agrosilem LR) v polních podmínkách nedaleko obce Oskořínek.

Investor (ČNES a.s.) požadoval, aby při výsadbě nedocházelo k zakracování terminálních výhonů, respektive řezu na korunku.

4.2.1.1 Popis lokality pokusu

Pokus je u místěn v Nymburském okrese, kraji Středočeském, u silnice číslo: 32924, nedaleko obce Oskořínek.



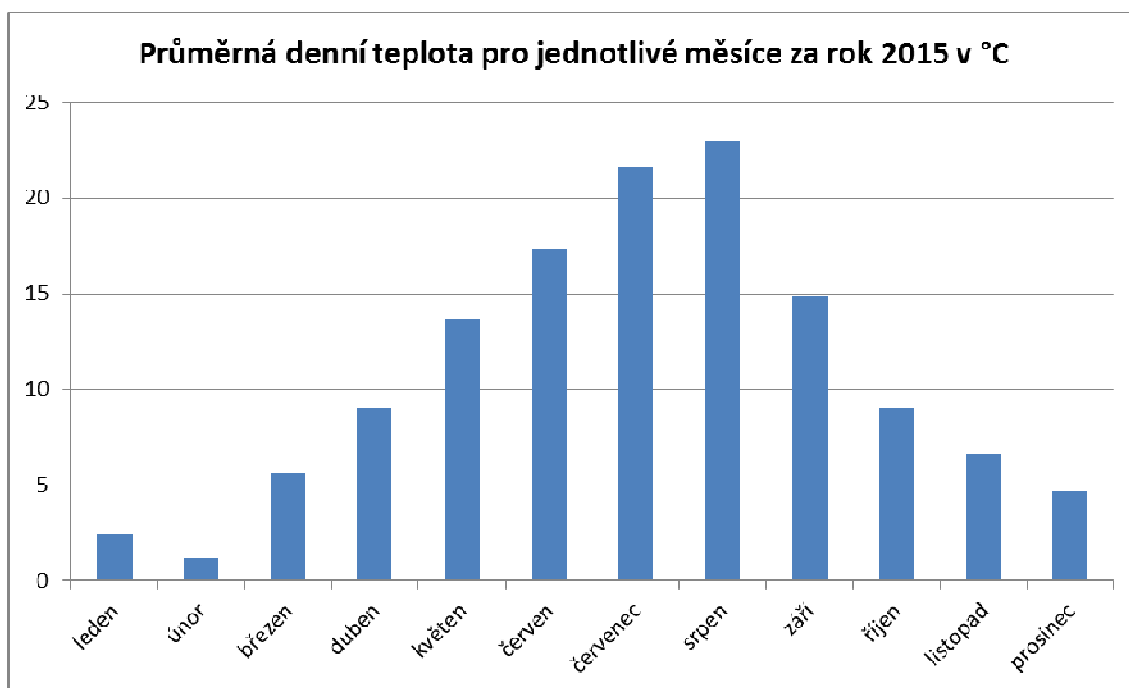
Obr.č.2 Lokalizace pokusu, zdroj: mapy.cz

Lokalita dle členění do bioregionů patří do Českého termofytika, fytogeografický okres Střední Polabí a v nížinném vegetačním stupni. Náleží do 2. bukodubového stupně.

Krajina je významně pozměněna dlouhodobou intenzivní hospodářskou činností člověka v oblasti zemědělství, lesnictví a vodohospodářství. (CULEK, 1996)

Níže vyobrazené údaje jsou hodnoty naměřené na meteorologické stanici v Čachovicích, která je vzdálená přibližně 12 km vzdušnou čarou od pokusné plochy, a byly poskytnuty pro potřeby diplomové práce z www.meteocachovice.cz (PRCHLÍK, 2007)

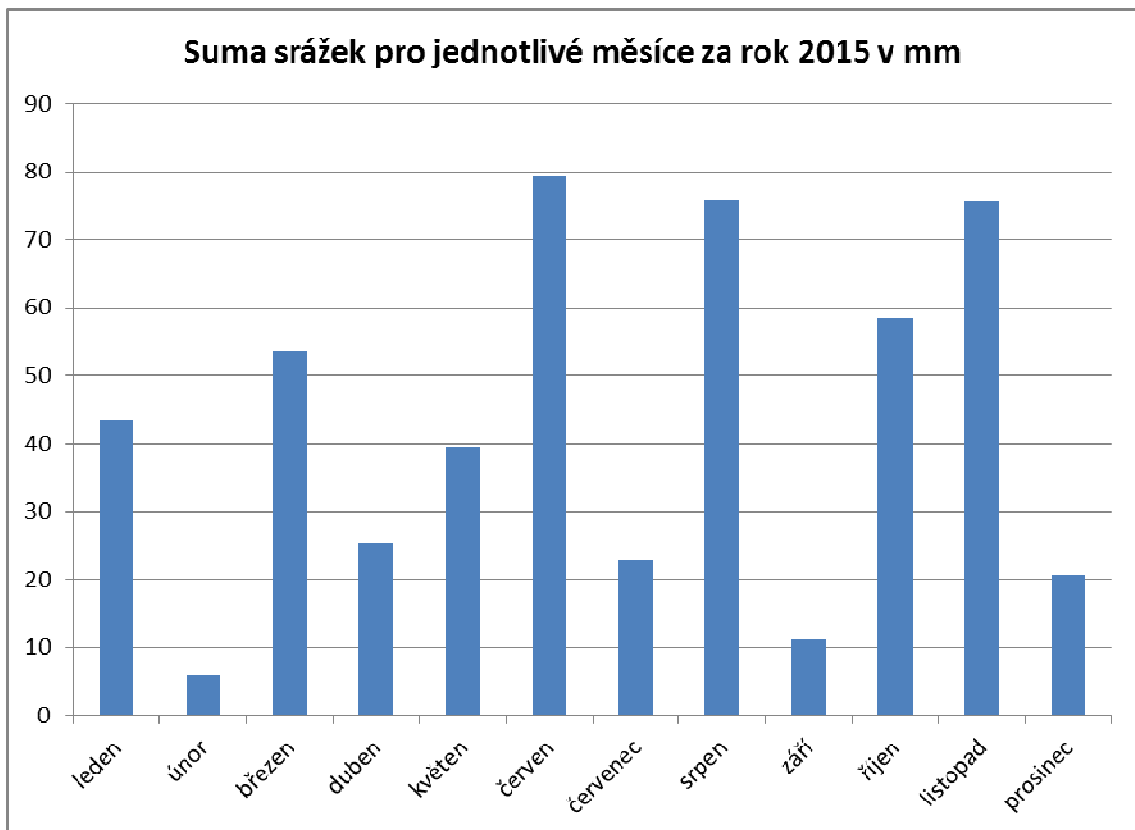
- Teploty



Graf č.1 Průměrná denní teplota za rok 2015, Čachovice

Měsíc srpen v roce 2015 je nejteplejším měsícem v dané lokalitě za sledované období (7 let) s průměrnou denní teplotou 23°C. Průměrná denní teplota za celý rok činí 10,74°C. Za měřené období (7 let) byla průměrná roční teplota vyšší pouze v letech 2014 a 2008.

- Srážky



Graf č.2 Roční úhrn srážek za rok 2015, Čachovice

Celková suma srážek za rok 2015 činí 511,3 mm. Nižší roční úhrn srážek byl za měřené období (7let) zaznamenán pouze v letech 2008 a 2009. V ostatních letech byl srážkový úhrn vyšší než v roce 2015. (PRCHLÍK, 2007)

4.2.2 Založení pokusu

Založení pokusu proběhlo na jaře roku 2015 nedaleko obce Oskořínek u Nymburka.

Stromy byly vysazeny do vyhloubených jam, které 1,5 násobkem přesahovaly velikost kořenového systému vysazovaných rostlin. Do jam byly zatlačeny kůly. Každý kůl byl označen číslem a poté vysazené stromy byly přiřazeny k číslu na kůlu. Do určených jam pak byly aplikovány přípravky a promíchány se zemí na dně jámy.

Na žádost investora u stromů nebyl proveden výchovný řez, pouze došlo k odstranění kodominantních větvení a poškozených částí dřevin.

Poté byly stromy usazeny do výsadbových jam, kořeny řádně rovnoměrně rozprostřeny, prosypány zeminou a dostatečně ušlápnuťy.

Poté byla zhotovena ochrana proti poškození sluncem z rákosové rohože, následně byly stromy ukotveny na dvou místech ke kůlům. V místě horního konce ochrany z rákosové rohože a v nejvyšším bodě kůlu.

Nakonec došlo k zalití rostlin dávkou přibližně 25 litrů vody na jednu rostlinu. Fotografie ze založení pokusu jsou vyobrazeny v přílohách. Viz. kap. 11.3.

4.2.3 Péče o pokus během roku

Údržbu vysazených stromů zajišťoval investor (ČNES a.s.).

V následující tabulce je počet záливок provedených na stanovišti. Ke každému stromu bylo každou zálivkou aplikováno přibližně 25l vody.

Měsíc	Počet záливок
duben	1
květen	0
červen	1
červenec	2
srpen	2
září	1

Tab.č.9 Počet záливок v jednotlivých měsících v roce 2015

4.2.4 Měření pokusu

Stromy mají dvě hlavní období, kdy dochází k přírůstkům letorostů, ale drobný přírůst můžeme zaznamenat i mimo tato období, proto měření probíhalo po celé vegetační období.

Hlavním měřeným znakem během vegetace byl přírůst terminálních letorostů.

Po skončení vegetace došlo k měření všech přírůstků výhonů za celé jedno vegetační období.

Při měření byl využíván truhlářský úhelník s maximální délkou měření 35 cm, hliníkové štafle, které umožnily bezproblémové měření letorostů přímo v koruně stromů a zápisník s tužkou.

Naměřené a zapsané údaje byly poté přepsány do tabulkového programu v počítači. Fotografie z měření jsou vyobrazeny v příloze. Viz. kap. 11.3.

číslo měření	termín měření
1	21.3.2015
2	25.4.2015
3	2.6.2015
4	27.7.2015
5	2.9.2015
6	12.10.2015
7	19.3.2016

Tab.č.10 Termíny měření

4.2.5 Vyhodnocování pokusu

Vyhodnocení probíhalo porovnáním výsledných údajů z měření, statistickým výpočtem a následně vytvořením grafů, zobrazujících rozdíly mezi jednotlivými přípravky.

Metody a postupy vyhodnocování byly konzultovány s panem Ing. Miroslavem Vachůnem, Ph.D..

K vyhodnocení byly použity statistické metody a statistický výpočetní program Statistica dostupný na: www.web2.mendelu.cz/statistica .

Pro výpočet přírůstků terminálů během vegetace byla použita dvou faktorová analýza pro určení průměrných přírůstků, se zobrazením rozptylů u jednotlivých přípravků.

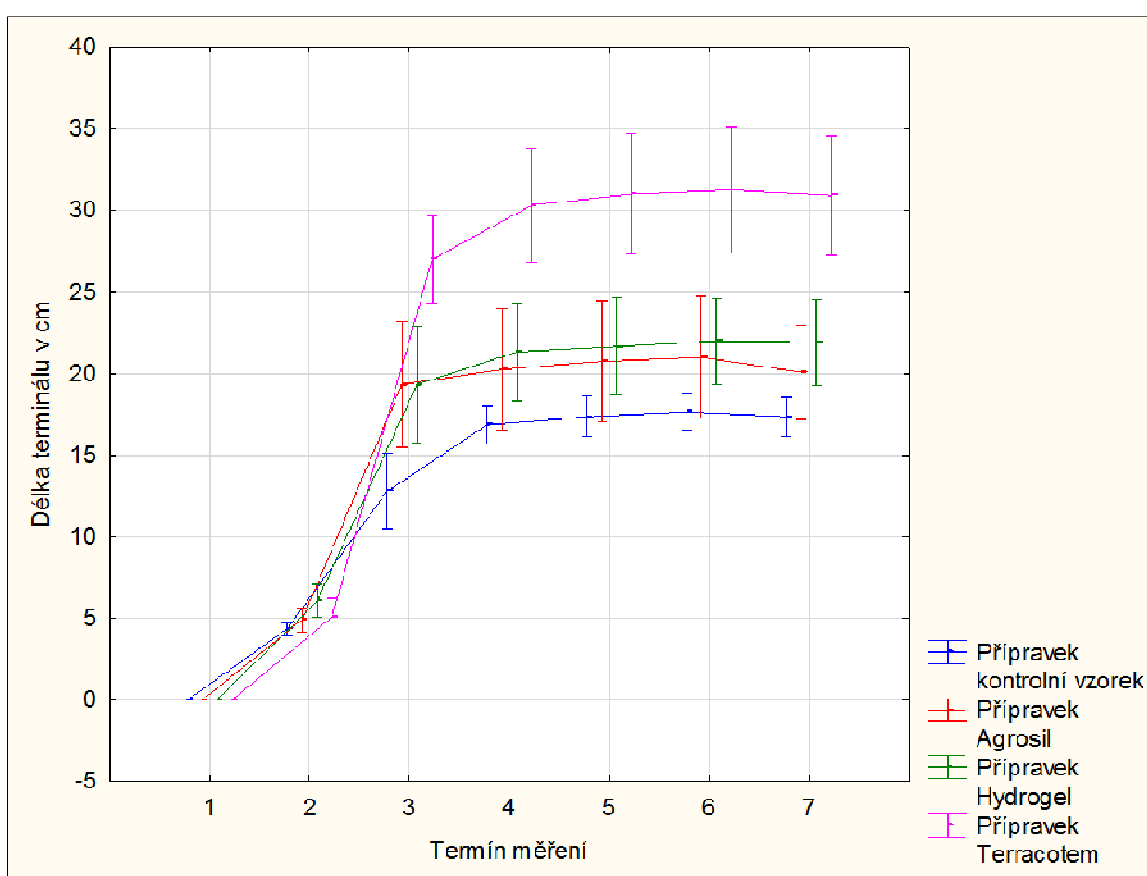
5. VÝSLEDKY

5.1 Naměřené hodnoty

5.1.1 Přirůstání terminálu během vegetace

Naměřené hodnoty byly zaneseny do MS Office Excel a vytvořena tabulka, která je z důvodu větších rozměrů vyobrazena v příloze (Viz.kap.11.1)

Poté byla data zpracována programem Statistica a vytvořen následující graf.



Graf č.3 Průměrné přírůstky terminálů včetně analýzy rozptylu

První měření odpovídá 0 a jedná se o dobu výsadby stromů. Z grafu je patrné, že při druhém měření po výsadbě je délka jednotlivých terminálních výhonů vyrovnaná. Ve třetím již je viditelný výrazný postup u TerraCottemu a u ostatních přípravků posun není tak výrazný. Kontrolní vzorek viditelně zaostává za ostatními přípravky, i když rozptyl je v dotyku se stromy s přípravky Hydrogel a Agrosil LR. U čtvrtého měření

můžeme pozorovat další nárůst u terminálů u rostlin ošetřených TerraCottemem, u ostatních není tak výrazný.

5.1.2 Celkový přírůst za vegetaci

Následující tabulky jsou rozděleny podle typu přípravku. V každé tabulce je uvedeno číslo stromu, celkový počet výhonů, průměrná délka výhonů, medián délky a celková délka všech výhonů včetně terminálu. V posledním řádku se nacházejí průměrné hodnoty ze všech stromů a výhonů najednou.

Kontrola				
Strom č.	počet výhonů	průměrná délka	medián délky	celková délka
1	23	5,30	5,00	122,00
9	35	8,13	7,00	284,50
13	17	7,71	7,00	131,00
17	13	9,19	4,00	119,50
21	25	7,00	6,00	175,00
25	22	7,00	5,50	154,00
celkem	22,50	7,30	6,00	164,33

Tab.č.11 Celkový přírůst u kontrolního vzorku, jednotlivých stromů

Agrosil LR				
Strom č.	počet výhonů	průměrná délka	medián délky	celková délka
2	26	5,77	4,50	150,00
10	12	5,58	5,25	67,00
14	14	7,39	5,00	103,50
18	28	9,70	7,00	271,50
22	35	5,63	3,00	197,00
celkem	23,00	6,86	5,00	157,80

Tab.č.12 Celkový přírůst u vzorku s Agrosilem LR, jednotlivých stromů

Hydrogel				
Strom č.	počet výhonů	průměrná délka	medián délky	celková délka
3	36	6,28	3,00	226,00
7	22	4,70	4,00	103,50
11	17	6,79	4,00	115,50
15	7	17,00	20,50	119,00
19	13	6,77	6,50	88,00
23	17	8,71	7,50	148,00
celkem	18,67	7,14	5,00	133,33

Tab.č.13 Celkový přírůst u vzorku s Hydrogelem, jednotlivých stromů

TerraCottem				
Strom č.	počet výhonů	průměrná délka	medián délky	celková délka
4	34	8,78	7,50	298,50
8	17	11,76	12,00	200,00
12	9	19,17	20,00	172,50
16	14	6,54	4,00	91,50
20	13	12,23	10,00	159,00
24	21	6,83	5,00	143,50
celkem	18,00	9,86	8,00	177,50

Tab.č.14 Celkový přírůst u vzorku s TerraCottemem, jednotlivých stromů

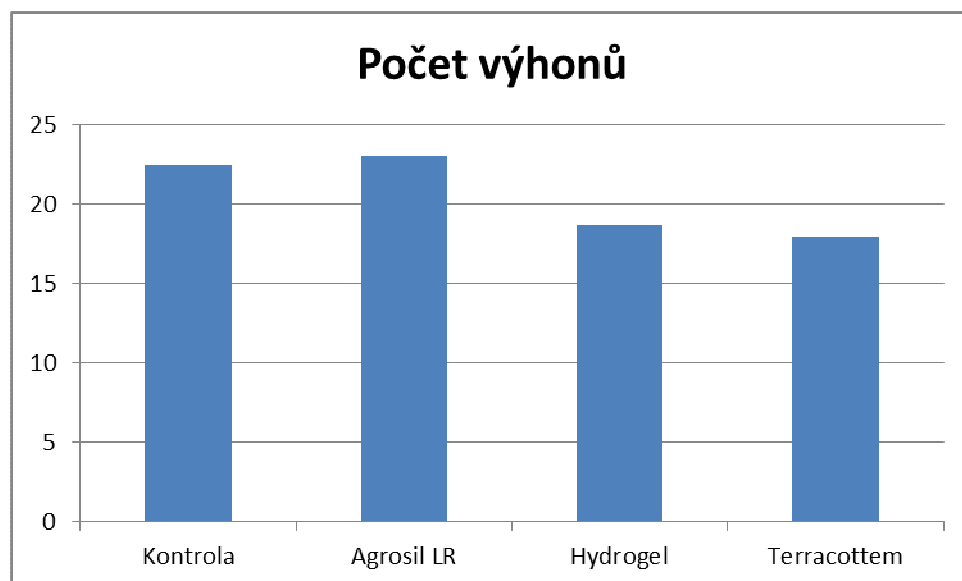
Typ přípravku	Průměrný počet výhonů	průměrná délka	medián délky	celková délka
Kontrola	22,50	7,30	6,00	164,33
Agrosil LR	23,00	6,86	5,00	157,80
Hydrogel	18,67	7,14	5,00	133,33
TerraCottem	18,00	9,86	8,00	177,50

Tab.č.15 Souhrnná tabulka pro jednotlivé přípravky

Z tabulky vyplývá, že kontrolní vzorek a varianta s Agrosilem LR, měly průměrně větší počet výhonů, ale průměrná délka výhonů byla stejná nebo kratší, nežli varianty s Hydrogelem nebo Teracottemem.

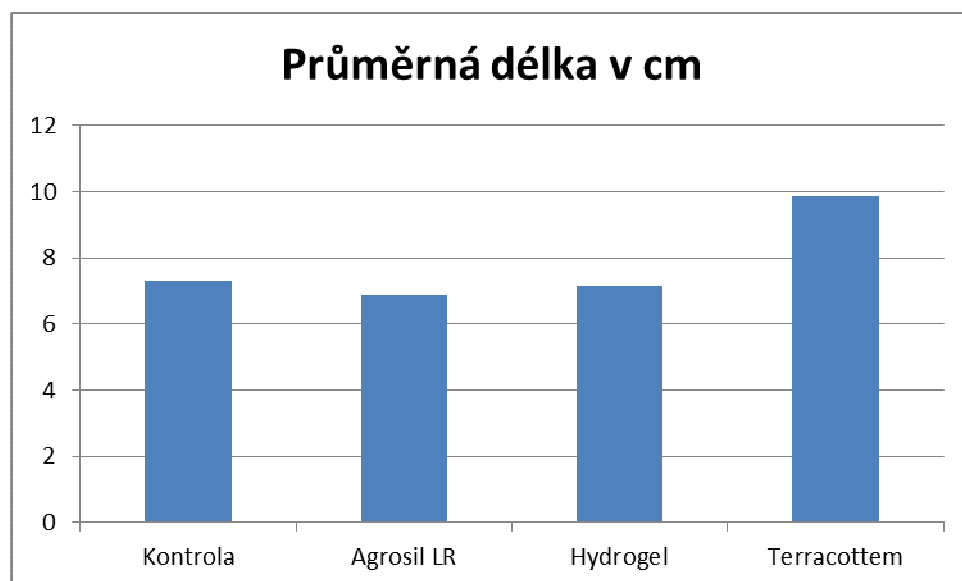
Následující grafy jsou vytvořeny z dat uvedených výše.

Z grafu je patrné, že kontrolní vzorek a varianta s Agrosilem LR má nejvyšší počet výhonů za první vegetaci. Nejméně výhonů má varianta s Teracottemem.



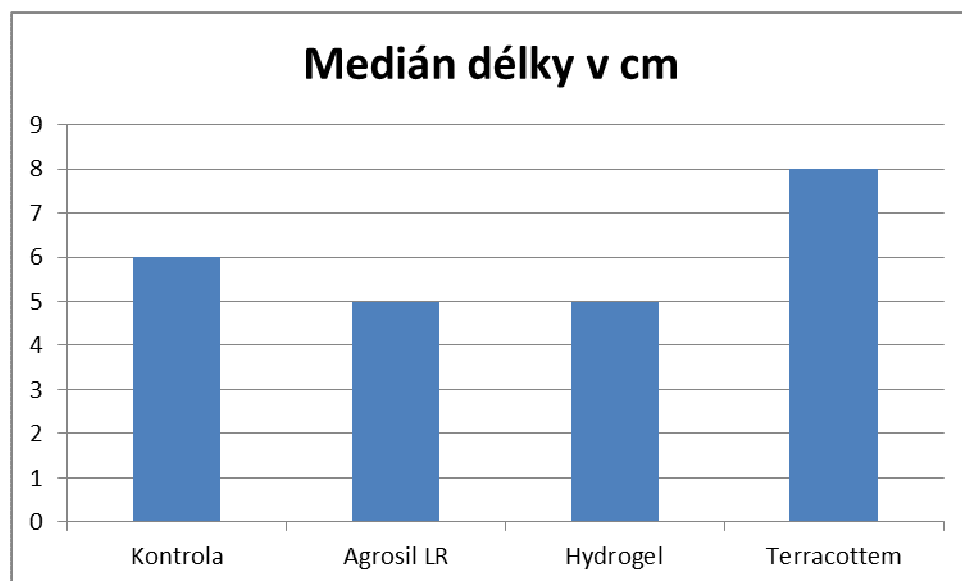
Graf č.4 Průměrný počet výhonů pro jednotlivé přípravky

Nejvyšší průměrnou délku výhonů má varianta s Terracottemem, Agrosil LR a Hydrogel mají průměrnou délku přírůstků nejnižší.



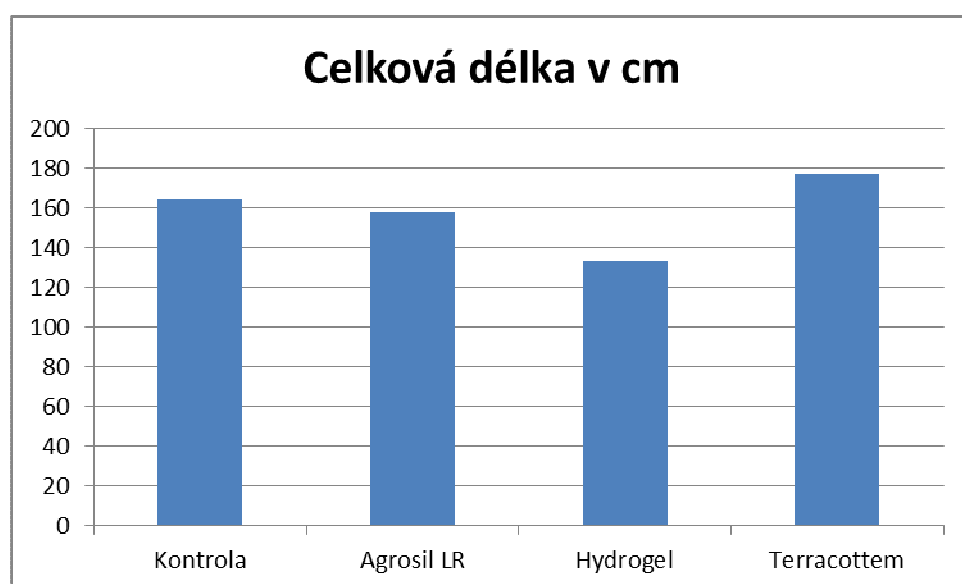
Graf č.5 Průměrná délka všech výhonů pro jednotlivé přípravky

V grafu mediánu délky jednotlivých výhonů lze pozorovat výraznou převahu Terracottemu, následuje kontrolní varianta a nejslabší výsledek mají Agrosil LR a Hydrogel.



Graf č.6 Medián délky všech výhonů pro jednotlivé přípravky

Graf celkové délky vypovídá, že Terracotkem má nejdelší celkový přírůstek za první vegetační sezónu. Následuje kontrola a Agrosil LR. Hydrogel má nejslabší výsledek za první vegetační sezónu.



Graf č.7 Průměrná délka součtu výhonů pro jednotlivé přípravky

Stromy s aplikovaným TerraCottemem mají nejvyšší celkovou délku přírůstku. Druhý nejlepší výsledek má Kontrolní varianta. Překvapivý výsledek je, že stromy s aplikovaným Hydrogelem vykazují výrazně menší přírůstky, nežli ostatní kondicionéry.

5.2 Kalkulace nákladů

Náklady jsou rozděleny do nákladů na práci a nákladů na materiál. Vše je rozepsáno v tabulkách dle typu přípravku Viz. kap. 11.1. Bylo-li to možné, náklady na práci byly vypočteny z ceníku směrných cen ÚRS Praha 2016.

Přípravek	Cena přípravku Kč/kg	Aplikovaná dávka kg/strom	Cena přípravku kč/strom	Celková cena kč/strom	Cena %
Kontrolní	0,00 Kč	0	0	427	100,0%
Agrosil LR	88,80 Kč	0,1	8,88	438	102,6%
Hydrogel	309,50 Kč	0,1	30,95	460	107,7%
TerraCotte m	439,00 Kč	0,1	43,39	473	110,8%

Tab.č.16 Porovnání cen výsadby a přípravků

Z tabulky vyplývá, že TerraCottem je nejdražším přípravkem v této dávce a to o 10,8% než výsadba kontrolní. Následuje Hydrogel, který výsadbu prodražil o 7,7%. Nejméně nákladný je přípravek Agrosil LR, který výsadbu prodražil pouze o 2,6%.

V pokusu všechny přípravky přímo nebo nepřímo ovlivňují množství vody zadržené v půdě a kalkulace je počítána z celkových nákladů, nikoliv pouze za přípravek.

5.3 Efektivita přípravků

Typ přípravku	Cena přípravku kč/strom	Celková délka cm	Efektivita 1Kč/cm	Efektivita 1cm/Kč
Agrosil LR	8,88	157	17,44	0,06
Hydrogel	30,95	133	4,29	0,23
TerraCottem	43,39	177,5	4,03	0,25

Tab.č.17 Efektivita přípravků

Z tabulky vyplývá, že nejefektivnějším přípravkem je Agrosil LR, protože v přepočtu na 1 korunu ceny přípravku výhony přirostly o 17,4 cm. Hydrogel a TerraCottem jsou méně efektivní, na 1Kč přípravku strom přirostl pouze 4cm.

6. DISKUZE

Problematika půdních kondicionérů je velmi široké téma, o které je v posledních letech stále větší zájem z pohledu prodejců, odborné či široké veřejnosti.

6.1 Teoretická část

Přestože jsou půdní kondicionéry již delší dobu využívány v zahradnické praxi. Informací o výsledcích z použití těchto přípravků v běžných podmínkách je omezený počet, mimo zdroje výrobců. Podobně se vyjadřuje Bulíř (BULÍŘ, 2005): Půdní kondicionéry jsou relativně nové a drahé přípravky. Je rozumné před jejich obecným používáním ověřit jejich efekt a účinnost v našich podmínkách jak deklarují výrobci.

Můžeme shrnout zásady při používání půdních kondicionérů? Tyto zásady dobře shrnuje Salaš (SALAŠ, 2000): Je třeba, aby zvolený kondicionér, nebyl pro rostliny toxický (fytotoxicita). V ideálním případě aby měl certifikát pro použití u rostlin. Přínos efektu přípravku by měl převažovat nad náklady na jeho použití, např. omezení úhynu rostlin, nebo zlepšení jejich fyziologického stavu. Velmi důležité je dodržovat doporučené dávkování, při předávkování, může docházet k nežádoucím efektům. Přípravek musí být aplikován v suchém stavu, jinak může docházet k jeho nalepování na pracovní části mechanizace. Nejdůležitější je dosáhnout rovnoměrného rozprostření částic přípravku v půdním horizontu. Při iniciační zálivce, neaplikujeme dávku vody najednou, ale postupně, omezíme tím vyplavování přípravků na povrch půdy.

Lze shrnout důvody použití půdních kondicionérů? Půdní kondicionéry jako takové, nemohou nahradit závlahu rostlin, ale výrazně stabilizují vodní režim prostředí a tím snižují každodenní stresy rostlin pěstovaných ve ztížených či extrémních podmínkách. (SALAŠ, 2000) Použitím lze rostlinám pomoci při výsadbě v prvních letech, kdy je důležité ujmoutí a zakořenění rostlin na stanovišti. Tím lze snížit počáteční úhyny nově vysázených stromů.

Kde v dnešní době je možné využití půdních kondicionérů? Potenciální využití nastává v podmínkách, které se stávají extrémními pro růst rostlin. Tyto podmínky vznikají díky antropizovanému prostředí, kde člověk nepříznivě ovlivňuje podmínky. Toto prostředí vzniká v krajině, vlivem zemědělského zpracování půdy (zhutnění,

vyplavování, narušení vodního režimu), vlivem dopravy (zasolení půd, exhaláty), těžbou a skládkováním. Ve městě nastává další potenciální využití, kvůli snižování prostoru pro zeleň, se zmenšuje i prokořenitelný prostor, kromě toho jsou zde další nepříznivé podmínky, související s omezením vláhy a dalších přirozených podmínek. Jsou zde větší vlivy emisí a utužení půdního substrátu. Proti těmto podmínkám lze aplikovat mechanickou ochranu, ale při výsadbě, je nutné stromům dodat dostatečné podmínky pro jejich správný rozvoj a zakořenění. Půdní kondicionéry jim mohou v prvních letech pomoci k ujutnutí a omezit tak některé extrémní nedostatky. Mezi nedostatky řadíme menší možnost aplikace, závlahy, proto je nutné vodu udržet v kořenovém prostoru.

Jak lze definovat nejvhodnější způsoby aplikace? Obecně platí, že rozprostření aktivních částic přípravků by mělo být rovnoměrné. Většina výrobců předepisuje dávku přípravků na m^2 pro zapravení do vegetační vrstvy, případně v m^3 podle objemu výsadbové jámy. Některé přípravky mají svá specifika, například hydroabsorbční přípravky. Aplikaci hydroabsorbentů dobře shrnuje Salaš (SALAŠ, 2000), u hydroabsorbentů je nejvhodnější aplikace v suchém stavu, kdy se malé krystalky chovají jako písek. Při styku s vlhkostí bobtnají a stávají se elastickými a měkkými. Můžeme provádět jak ruční, tak mechanizovanou aplikaci, což závisí na velikosti plochy. Zapravení by mělo proběhnout ihned po aplikaci, jinak může dojít k nežádoucímu nabobtnání. Pro dosažení kvalitního efektu je důležité pravidelné rozmístění přípravku v celém kořenovém horizontu rostlin.

Uvedené zásady souhlasí s mým pozorováním při výsadbě. Suchou aplikaci nelze provádět za deště. Je nutné, aby pracovní pomůcky, které jsou ve styku s přípravkem, byly pokud možno suché, jinak dochází k nalepování krystalků těchto přípravků na pracovní části mechanizace a nástrojů.

Dnešní problémy s realizacemi zahradních prací, kdy rozhodujícím faktorem je cena, můžeme zaznamenat již v 80. letech 20. století, jak píše Walter (WALTER, 1984). Šetření se poté projevuje na materiálu, práci nebo následné údržbě. Na první pohled nejlevnější řešení nemusí být zároveň nejvhodnější.

6.2 Praktická část

Pro posouzení vlivu půdních kondicionérů byly na modelových dřevinách (*Acer pseudoplatanus*) měřeny morfologické parametry. Jednalo se o délku přírůstku terminálních výhonů během vegetace a po ukončení vegetace, měření všech přírůstků za celou jednu vegetační sezónu.

Důležité je uvést, že morfologické parametry, jako počet výhonů, obvod kmene, atd. je především dán počátečním rostlinným materiálem. Významný je také vliv stanoviště.

Délka přírůstků může poskytnout informace o vlivu půdních kondicionérů na růst stromů. Varinaty TerraCottem a kontrolní měly delší celkový přírůstek, než Agrosil LR a Hydrogel. Hydrogel měl obecně nejnižší hodnoty. TerraCottem měl také dobré výsledky v pokusu Bulíře (BULÍŘ, ČERVENKA, 2004) u druhů náročnějších na vodu. Naproti tomu Sloup (SLOUP, 2011) a Klos (KLOS, 2011) zaznamenali nejlepší výsledky s přípravkem Hydrogel, ale jednalo se o pokus v kontejnerech. Anonym (ANONYM 8) uvádí, že při pokusu v kontejnerech dosáhl nejlepších výsledků s přípravkem TerraCottem.

Výsledky mohou být ovlivněny dobou pozorování, jak uvádí Bulíř (BULÍŘ, ČERVENKA, 2004): Efekt přípravků na dlouhivý a tloušťkový růst byl nejvíce znatelný ve druhém, třetím a někdy i ve čtvrtém roce po výsadbě.

Můžeme usoudit, že stanoviště zvolené pro pokus nebylo dostatečně extrémní, aby ukázalo rozdíly mezi kontrolními stromy a stromy s přípravky. Mezi negativní vlivy na tomto stanovišti můžeme zařadit stávající vegetaci tvořenou starými stromy a travním porostem. Stanoviště bylo otevřené a velmi větrné. Měsíc srpen byl jeden z nejteplejších měsíců za měřené období v blízké meteostanici Čachovice. Jako pozitivní vliv na tomto stanovišti považuji zálivku, která byla prováděna dle tabulky č. 9 (viz. kap. 4.2.3.).

Bulíř (BULÍŘ, ČERVENKA, DUBSKÝ, 2000) píše: Výrobci doporučují používat půdní kondicionéry na degradovaných půdách, ve kterých běžné kultury selhávají nebo rostou špatně či vůbec. Ale oproti tomu uvádí Salaš (SALAŠ, 2000), že přípravky nelze saturovat nevhodné podmínky.

Z mého pokusu lze vyvodit, že v příznivých podmínkách můžeme aplikovat půdní kondicionéry, ale nedosáhneme zvýšení přírůstku stromů, vyjma přípravku TerraCottem, který měl výrazný efekt.

Pro úplné exaktní měření by bylo třeba jednotlivé výhony po skončení vegetace ustříhnout a zjistit obsah sušiny ve výhonech. Tím bychom mohli dosáhnout zcela jiných výsledků, protože hustotu, respektive kvalitu výhonů měřením délky nezjistíme. V tomto pokusu takový způsob měření není možný, protože by došlo k nevratnému poškození dřevin a s tím by investor nesouhlasil.

Z pohledu ekonomické náročnosti nejlevněji vyšla varianta kontrolní a jako nejdražší varianta s TerraCottemem. K podobným závěrům došel i Bulíř a Dubský (BULÍŘ, DUBSKÝ, 1998), přípravek TerraCottem je nejdražší oproti jiným zkoušeným preparátům, ale v jejich pokusu je porovnáván s běžně používanými hnojivy, případně bioalgináty či humusovým preparátem.

Využití půdních kondicionérů je podle mě důležité ve ztížených podmínkách, jako je doprovodná výsadba u silnic a ve městech, kde nemůžeme stoprocentně zajistit příznivé podmínky, jako například dostatek vláhy nebo hnojiv. Příznivé půdní podmínky pro růst stromu můžeme zajistit při výsadbě, takové podmínky v budoucnu stromu plně vynahradit nemůžeme. Nejen, že jde o správnou technologii výsadby, ale právě i vylepšením půdního substrátu můžeme pomoci při jeho vývoji.

Výsledky jsou definované pro určité podmínky, při kterých byl tento pokus tvořen. Ekologické faktory, způsob založení, aktuální stav jsou různorodé pro každé místo a proto je těžké určit, zda výsledky budou stejné na jiném stanovišti, s jinými podmínkami. Přínosné do budoucna by mohlo být, kdyby se ve sledování působení těchto látek nadále pokračovalo. Výsledkem by mohl být komplexní obraz, který by dokázal popsat, v jakých podmínkách který přípravek nejlépe působí a zda je možné jeho větší využití v praxi. Otázkou je, jaký vliv mohou mít přípravky na budoucí růst rostlin, zda rychlejší růst nezpůsobí do budoucna například jiné problémy, neúplnou vyzrálост pletiv, nebo větší náchylnost k chorobám a škůdcům.

7. ZÁVĚR

Půdní kondicionéry, jako přípravky pro zlepšování půdního prostředí rostlin, mají velmi širokou škálu druhů a složení. Při jejich používání se můžeme řídit několika pravidly. Přípravky nelze saturovat nevhodný výběr dřevin pro dané stanoviště, ale jejich aplikací lze zmírnit negativní vlivy prostředí při ujímání rostliny, jako například nedostatek vláhy.

Praktický průzkum provedený a popsany v této práci je ovlivněn větším množstvím faktorů a jde tedy spíše o orientační příspěvek k dané problematice. Za dobu pozorování není možné učinit a vyvodit objektivní soud o výsledcích této sondy do problematiky. Krátká doba pozorování je dána délkou studia, respektive jedno vegetační období.

Z experimentu vyplývá, že přípravkem s největším přírůstkem výhonů za první vegetační sezonu je TerraCottem, ale vzhledem k jeho vysoké ceně, je jeho efektivita stejná jako u Hydrogelu, který měl ze všech přípravků nejmenší přírůstek.

Varianta s Agrosilem LR byla zjištěna jako nejefektivnější.

Vzhledem k působení vnějších faktorů, které ovlivňují účinnost půdních kondicionérů, je důležité, aby tyto faktory byly pro další pokusy dostatečně popsány a prozkoumány.

Myslím si, že výsledky uveřejněné v této práci jsou orientačním příspěvkem k dané problematice. Vzhledem k vnějším vlivům a době pozorování není možné vyvodit objektivní soud.

Půdní kondicionéry jsou poměrně nové a drahé přípravky a proto je třeba dostatečně prostudovat jejich působení v našich podmínkách. Pro ověření, zda skutečné účinky odpovídají účinkům deklarovaným výrobcem, je třeba dále studovat tuto problematiku.

8. RESUME

8.1 Abstrakt

Tématem této diplomové práce je studium vlivu půdních kondicionérů na růstové charakteristiky nově vysazených stromů. Práce se v úvodu věnuje teoretickým poznatkům k tomuto tématu, čerpaným z dostupné literatury. Jsou obsažena témata související s půdními kondicionéry. Hlavní východiska pro jejich použití, základní vlastnosti půd a třídění zlepšujících přípravků dostupných na trhu a jejich srovnání, dále jsou popsány jejich příklady použití a poznatky z vědeckých a akademických pokusů. V první části tak vzniká soubor ucelených poznatků, týkajících se tohoto tématu.

Druhá část práce je praktická, věnována průzkumu. V průzkumu byl sledován vliv tří přípravků (TerraCottem, Agrosil LR, Hydrogel) na růstové charakteristiky nově vysazených stromů po dobu jednoho roku. Byly vyhodnoceny výsledky tohoto průzkumu.

Na závěr práce je vedena diskuze nad teoretickou i praktickou částí a dán závěr pro použití těchto přípravků v praxi.

Klíčová slova: půdní kondicionéry, TerraCottem, Hydrogel, Agrosil LR

8.2 Abstract

The theme of this thesis is to study the influence of soil conditioners on growth characteristics of newly planted trees. Thesis is the introduction of the theoretical part focuses on this topic. They included topics related to soil conditioners. The main basis for their use, basic soil properties and sorting improving products commercially available and their comparison, below are described using examples and experiences from scientific and academic experiments. In the first is a set of comprehensive knowledge on this topic.

The second part is practical, about research. The survey examined the effect of three products (TerraCottem, Agrosil LR, Hydrogel) on the growth characteristics of newly planted trees over one year. They were evaluated results of this survey. At the conclusion is guided discussion of the theoretical and practical parts of a given conclusion about the use of these products in practice.

Keywords: soil conditioners, TerraCottem, Hydrogel, Agrosil LR

9. POUŽITÁ LITERATURA

9.1 Literární zdroje

- BARNA, Tamás. Experimental use of controlled mycorrhization in afforestations in hungary. *Journal of Engineering*. 2007, V(1), 171-178. ISSN 1584-2665.
- BLAŽEK, Jan. *Ovocnictví*. Praha: Květ, 1998, 383 s., [16] s. barev. obr. příl. ISBN 8085362333.
- BULÍŘ, Pavel. Impact of soil conditioners on the growth of European ash (*Fraxinus excelsior* L.) on dumps. In: *Journal of FORES SCIENCE*. 51. Praha: Institute of Agricultural and Food Information, 2005, s. 392-402. ISSN 1212-4832.
- BULÍŘ, Pavel a Jaroslav ČERVENKA. Vliv půdních kondicionérů na počáteční růst dřevin vysazených na antropogenních substrátech. Průhonice, 2004. VUKOZ.
- BULÍŘ, Pavel, Jaroslav ČERVENKA a Martin DUBSKÝ. Vliv půdních kondicionérů na počáteční růst dřevin vysazovaných na antropogenních substrátech. Výzkumná zpráva. VÚKOZ Průhonice: 2000. 71 s.
- BULÍŘ, Pavel a Martin DUBSKÝ. Vliv moderních chemických preparátů bio-algeen a TerraCottem na prosperitu okrasných dřevin. *Acta Průhoniciana*. Průhonice: Výzkumný ústav okrasného zahradnictví, 1998, 1998(66), 15-36. ISSN 0374-5651.
- CULEK, Martin (ed.). *Biogeografické členění České republiky*. Praha: Enigma, 1996, 347 s. ISBN 8085368803.
- ENGLEMAIER a kol. *Stroje a zařízení v zahradnictví*. Praha: SZN, 1980. ISBN 07-063-80.
- HARRIS, Richard Wilson, James R CLARK a Nelda P MATHENY. *Arboriculture: integrated management of landscape trees, shrubs, and vines*. 3rd ed. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall, 1999, xvi, 687 p. ISBN 0133866653.
- HIEKE, Karel. *Praktická dendrologie*. Ilustrace Miroslav Pinc. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1978, 533 s. Rostlinná výroba.
- HRUŠKA, Boris. *Půdoznalství: Zemědělská geologie*. 1/1,1982. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1982, 134 s.

- HURYCH, Václav a Ernest MIKULÁŠ. Sadovnická dendrologie. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1973, 409 s., obr. příl. Rostlinná výroba (Státní zemědělské nakladatelství).
- HURYCH, Václav. Tvorba zeleně: sadovnictví - krajinářství. Mělník: Vyšší odborná škola zahradnická a Střední zahradnická škola ve spolupráci s Grada Publishing, 2011. ISBN 9788024736051.
- JANDÁK, Jiří, Eduard POKORNÝ a Alois PRAX. Půdoznalství. Vyd. 3., přeprac. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2010, 143 s., [2] s. obr. příl. ISBN 9788073754457.
- KLOS, Břetislav. Pomocné půdní látky a jejich využití ve školkařských substrátech. Lednice, 2011. Diplomová práce. Mendelova univerzita v Brně. Vedoucí práce Doc. Dr. Ing. Petr Salaš.
- KOLAŘÍK, Jaroslav. Péče o dřeviny rostoucí mimo les. 2. dopl. vyd. Vlašim: ČSOP Vlašim, 2005, 720 s., xlviii s. obr. příl. Metodika Českého svazu ochránců přírody, č. 6. ISBN 8086327442.
- MALÝ, Ivan a kolektiv. Polní zelinářství. Praha: Agrospoj, 1998.
- MAREČEK, František (ed.). Zahradnický slovník naučný. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1996, 440 s., [32] s. obr. příl. ISBN 8085120518.
- MAREČEK, František (ed.). Zahradnický slovník naučný. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2001, 674 s. ISBN 8072710753.
- MAREČEK, František (ed.). Zahradnický slovník naučný. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1999, 562 s. ISBN 8086153606.
- MAREČEK, František (ed.). Zahradnický slovník naučný. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1997, 559 s., 16 s. příl. ISBN 8085120623.
- PEJCHAL, Miloš. Studijní materiál pro předmět "dendrologie": Dendrologie : morfologie a anatomie dřevin – 2. část. Lednice: Ústav biotechniky zeleně, 2010. Mendelova univerzita v Brně.
- SALAŠ, Petr (ed.). Hydroabsorbenty a jejich praktické využití v zakládání zeleně. In: TÁBOR, Ivo. Zajištění zdravého vývoje a ochrany městské zeleně. Klatovy, 2000, s. 28-34. ISBN 80-851-1621-9.

- SLOUP, Jakub. Studium stresových faktorů ovlivňujících školkařskou produkci. Lednice, 2011. Dizertační práce. Mendelova univerzita v Brně. Vedoucí práce Doc. Dr. Ing. Petr Salaš.
- SOUKUP, Jiří a Jan MATOUŠ. Výživa rostlin - substráty - voda v okrasném zahradnictví. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1979, 279 s. Rostlinná výroba.
- STRAKA, Josef, Marie STRAKOVÁ, Lubica JANKŮ a Lucie MARŠÁLKOVÁ. Učební texty pro výukový program: Kvalifikovaný pracovník v péči o zeleň. SZUZ. Rousínov, 2015, 44 s. Dostupné také z: <http://www.szuz.cz/UserFiles/File/Skripta%20pr%C3%A1ce%20s%20p%C5%AFdou.pdf>
- SVOBODA, Jaroslav. Kompletní návod k vytvoření ekozahrady a rodového statku. Praha: Smart Press, 2009, 341 s. ISBN 9788087049280.
- ŠIMEK, Miloslav. Základy nauky o půdě. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Biologická fakulta, 2003, 151 s. ISBN 8070406305.
- ŠIMEK, Pavel. *Koncept osnovy přednášek: Zakládání a údržba zeleně*. Lednice, 2005.
- ŠPIČKA, Alois a kol. Kniha o půdě 3: Zpracování půdy. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1961.
- TEKSL, Milan a kol. Pěstování rostlin 1: učebnice pro střední zemědělské školy. Vyd. 2. Praha: Credit, 1999, 300 s. ISBN 8090229573.
- TYKAČ a kol. Květinářství. Praha: SZN, 1980. ISBN 07-072-80.
- VANĚK, Václav. Výživa polních a zahradních plodin. Praha: Profi Press, 2007, 167 s. ISBN 9788086726250.
- WALTER, Vilém. Pěstování okrasných stromů a keřů. Praha: Státní zemědělské nakladatelství Praha, 1984. ISBN 07-013-84.
- Zákon o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd (zákon o hnojivech). In: . 1998, 156/1998 Sb. Dostupné také z: http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-MZe_uplna-zneni_zakon-1998-156-hnojiva.html
- Ottův slovník naučný: illustrovaná encyklopaedie obecných vědomostí. XX. Paseka: Argo, 2000, 1087 s., [17] s. obr. příl. ISBN 8072030078.

9.2 Internetové zdroje

ANONYM 1. TerraCottem [online]. 2005 [cit. 2016-03-25]. Dostupné z:

<http://TerraCottem.cz/>

ANONYM 2. Hydrogel.cz: šetří vodu, čas a peníze [online]. [cit. 2016-03-26].

Dostupné z: <http://hydrogel.cz/>

ANONYM 3. FORTEHUM L/K. Humatex, a.s. [online]. Humatex, a.s., 2015 [cit. 2016-03-26]. Dostupné z: <http://www.humatex.cz/cs/produkty/fortehum-l-k>

ANONYM 4. Fertisorb M. FERTIL S.A.S. Francie. Dostupné také z:

http://s547910671.onlinehome.fr/sites/default/files/documents/en/wgb_fertisorbm.pdf

ANONYM 5. Toxické kovy. WikiSkripta [online]. redakce WikiSkript [cit. 2016-03-16]. Dostupné z: http://www.wikiskripta.eu/index.php/Toxick%C3%A9_kovy

ANONYM 6. Lignohumát MAX. Amagro: humic substrates [online]. Amagro, 2008 [cit. 2016-03-26]. Dostupné z: <http://www.amagro.com/lignohumat-max.html>

ANONYM 7. Acer pseudoplatanus - javor klen. Herbář Wendys [online]. 2016 [cit. 2016-04-23]. Dostupné z: <http://botanika.wendys.cz/index.php/14-herbar-rostlin/598-acer-pseudoplatanus-javor-klen>

ANONYM 8. Reakce dřevin na půdní kondicionéry. Zahradnictví [online]. Profi Press s. r. o., 2013 [cit. 2016-05-02]. Dostupné z: <http://zahradaweb.cz/reakce-drevin-na-pudni-kondicionery/>

ANONYM 9. Symbiom: Learning from nature [online]. Symbiom, s.r.o., 2016 [cit. 2016-03-25]. Dostupné z: <https://www.symbiom.cz/>

ANONYM 10. Algomin® Plus. BIOFA: Bio-farming-systems [online]. Germany [cit. 2016-03-26]. Dostupné z: <http://www.biofa-profi.de/de/a/algomin-plus.html>

ANONYM 11. AgroProtec [online]. 2007 [cit. 2016-05-02]. Dostupné z: <http://www.agroprotec.cz/>

ANONYM 12. Terra-Control. Agrostis - Zelené trávníky [online]. [cit. 2016-03-25]. Dostupné z: http://www.agrostis.cz/nabidka/hnojiva-a-pudni-kondicionery/pudni-kondicionery/terra_control

ANONYM 13. Bioprim s.r.o.: v souladu s přírodou [online]. [cit. 2016-03-26]. Dostupné z: <http://www.bioprim.cz/uvod.html>

- ANONYM 14. Slovník cizích slov [online]. 2016 [cit. 2016-04-22]. Dostupné z: www.slovník-cizich-slov.abz.cz. [Http://slovník-cizich-slov.abz.cz/web.php/slovo/aditivum](http://slovník-cizich-slov.abz.cz/web.php/slovo/aditivum), <http://slovník-cizich-slov.abz.cz/web.php/slovo/kondicioner-kondicioner-conditionneur-kondysioner-conditioner-kondysnr>.
- KALINA, Miroslav. Hnojení sírou. Zahradnictví [online]. Roudnice nad Labem: Profi Press s.r.o., 2004 [cit. 2016-03-15]. Dostupné z: <http://zahradaweb.cz/hnojeni-sirou/>
- KOČÍ, Vladimír. NAUČNÁ STEZKA [online]. Praha: Hnutí Brontosaurus Rozruch, 2008 [cit. 2016-03-16]. Dostupné z: <http://www.toulcuvdvur.cz/stezkazp/index.html>
- NEČAS, Tomáš, Boris KRŠKA a Ivo ONDRÁŠEK. Multimediální učební skriptum ovocnictví [online]. Lednice: Mendelova univerzita v Brně, 2004 [cit. 2016-04-23]. Dostupné z: http://tilia.zf.mendelu.cz/ustavy/551/ustav_551/eltronic_ovoc/
- PRCHLÍK, Roman. METEO Čachovice: online počasí [online]. Čachovice, 2007 [cit. 2016-04-24]. Dostupné z: <http://www.meteocachovice.cz/>. Poslední aktualizace 18.3.2016.
- SKLÁDANKA, Jiří. Zakládání trávníku: Příprava substrátu. In: Multimediální učební texty Trávníkářství [online]. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2007 [cit. 2016-03-25]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/travy/index.php?N=3&I=1
- VLČEK, V., L. POSPÍŠILOVÁ, V. HYBLER a J. JANDÁK. The effect of soil conditioners onto physical properties of soils of arid regions. In: Soil management in sustainable farming systems. Troubsko, ČR: VUPT, 2014, s. 147-150. ISBN 978-80-86908-32-8.
- ZIEGLER, Václav. Životní prostředí a znehodnocování půdy. In: Envi Web [online]. 2008 [cit. 2016-05-03]. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/clanek/zemedelstvi/72380/zivotni-prostredi-a-znehodnocovani-pudy>. Publikováno: 27.09.2008.

10. PŘÍLOHY V TEXTOVÉ ČÁSTI

10.1 Seznam obrázků

Obr.č.1 Praha-Kbely, reference-TerraCottem, zdroj: TerraCottem.cz

Obr.č.2 Lokalizace pokusu

10.2 Seznam grafů

Graf č.1 Průměrná denní teplota za rok 2015, Čachovice

Graf č.2 Roční úhrn srážek za rok 2015, Čachovice

Graf č.3 Průměrné přírůstky terminálů včetně analýzy rozptylu

Graf č.4 Průměrný počet výhonů pro jednotlivé přípravky

Graf č.5 Průměrná délka všech výhonů pro jednotlivé přípravky

Graf č.6 Medián délky všech výhonů pro jednotlivé přípravky

Graf č.7 Průměrná délka součtu výhonů pro jednotlivé přípravky

10.3 Seznam tabulek

Tab.č.1 Ceny organických zlepšujících materiálů

Tab.č.2 Ceny minerálních zlepšujících materiálů

Tab.č.3 Ceny hydroabsorbentů

Tab.č.4 Ceny fixátorů povrchu půdy

Tab.č.5 Ceny silikátových koloidů

Tab.č.6 Ceny mikhorizních přípravků

Tab.č.7 Ceny bioalginátů

Tab.č.8 Ceny humusových preparátů

Tab.č.9 Počet zálivek v jednotlivých měsících v roce 2015

Tab.č.10 Termíny měření

Tab.č.11 Celkový přírůst u kontrolního vzorku, jednotlivých stromů

Tab.č.12 Celkový přírůst u vzorku s Agrosilem LR, jednotlivých stromů

Tab.č.13 Celkový přírůst u vzorku s Hydrogelem, jednotlivých stromů

Tab.č.14 Celkový přírůst u vzorku s TerraCottemem, jednotlivých stromů

Tab.č.15 Souhrnná tabulka pro jednotlivé přípravky

Tab.č.16 Porovnání cen výsadeb a přípravků

Tab.č.17 Efektivita přípravků

10.4 Seznam použitých zkratk

tj. – to je

tzv. – tak zvaný

atd. – a tak dále

popř. – popřípadě

ČSN – česká státní norma

Sb. – sbírky

MJ – měrná jednotka

m n.m. – metrů nad mořem

Kč – korun českých

Tab. – Tabulka

Obr. – Obrázek

č. – číslo

cm – centimetrů

11. PŘÍLOHY