

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ**

Lesnická a dřevařská fakulta

Ústav lesnické botaniky, dendrologie a geobiocenologie

VLIV PROVENIENCE DODONAEA ANGUSTIFOLIA NA KLÍČENÍ A  
RŮST TÉTO DŘEVINY VHODNÉ PRO PROTIEROZNÍ OPATŘENÍ V  
OKOLÍ JEZERA AWASSA

Bakalářská práce

2016/2017

Pavel Horák

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem práci: Vliv provenience *Dodonaea angustifolia* na klíčení a růst této dřeviny vhodné pro protierozní opatření v okolí jezera Awassa vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

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

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

V Brně            dne 9. 5. 2017

## Poděkování

Chtěl bych poděkovat všem, kteří mi poskytli materiály a rady k mé bakalářské práci. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Haně Habrové, PhD. za vedení při zpracování této práce a možnost výjezdu do Etiopie.

## Abstrakt

Jméno: Pavel Horák

Název práce: Vliv provenience *Dodonaea angustifolia* na klíčení a růst této dřeviny vhodné pro protierozní opatření v okolí jezera Awassa

Bakalářská práce je zaměřena na problematiku dřeviny *Dodonaea angustifolia* a její využití při protierozních opatřeních v okolí jezera Awassa v Etiopii. V práci je teoretická část, kde jsou shromážděny podklady o tomto druhu, o dané lokalitě a o předchozích protierozních opatřeních v rámci projektů MENDELU. V další části jsou uvedena data o experimentálně vyklíčených jedincích z různých proveniencí s použitím různé předosevní přípravy. Na základě těchto dat je stanovena nejvhodnější provenience a způsob stratifikace osiva pro přímý výsev na stanoviště. Statisticky významné rozdíly u sledovaných parametrů se objevily pouze v pěti případech. Předosevní příprava se nejčastěji projevila ve zvýšení biomasy u semenáčků z ošetřeného osiva. Pro použití během protierozních opatření se jeví jako nejlepší provenience Umbulo Kajima.

Klíčová slova

Protierozní opatření, *Dodonaea angustifolia*, jezero Awassa, předosevní příprava

## Abstract

Name: Pavel Horák

Title of the thesis: Effect of provenance of *Dodonaea angustifolia* and germination and growth of this species suitable for erosion control around Lake Awassa

The bachelor thesis is focused on issues of *Dodonaea angustifolia* and its using for erosion control around Lake Awassa in Ethiopia. There is a theoretical part, where materials about this specimen are collected, about location and previous erosion control projects of MENDELU. In next part data about experimentally germinated individuals from different provenances with using various ways of stratification have been introduced. Based on this data most suitable provenance and way of stratification for direct sowing has been chosen. Statistically significant differences of the observed parameters occurred only in five cases. Seed treatment most often resulted in increased biomass in seedlings from treated seed. For use during anti-erosion measures, it seems that Umbulo Kajima is the best proveniency.

## Key words

Erosion control, *Dodonaea angustifolia*, Lake Awasa, stratification

## Obsah

1. Úvod.....	1
2. Cíl práce.....	2
3. Literární přehled .....	3
3.1 Eroze .....	3
3.1.1 Druhy eroze.....	3
3.2 Klíčení.....	4
3.2.1 Klíčení.....	4
3.3 Charakteristika oblasti .....	8
3.3.1 Etiopie.....	8
3.3.2 SNNPR.....	12
3.3.3 Awassa.....	12
3.4 Charakteristika druhu <i>Dodonaea angustifolia</i> .....	13
3.4.1 Morfologická diagnóza .....	13
3.4.2 Rozšíření .....	13
3.4.3 Ekologie.....	13
3.4.4 Využití .....	14
4. Rozvojová pomoc MENDELU v okolí jezera Awasa.....	15
4.1 Historie rozvojové pomoci v oblasti .....	15
4.2 Provedená protierozní opatření během předchozího projektu .....	15
4.2.1 Lesní školka Jarra Hiressa .....	15
4.2.2 Povrchová úprava erodovaného terénu pomocí fyzických protierozních opatření (zasakovací rybníčky, terasy, trenches, improved pits).....	16
4.2.3 Přímý výsev rychle rostoucích rostlin na obnaženou půdu v blízkosti realizovaných fyzických opatření.....	18

4.2.4	Zabezpečení kontroly prováděných prací, vedení evidence o provedených kontrolách, zjištěných nedostatcích a nápravných opatřeních. ....	18
5.	Metodika.....	19
5.1	Popis práce .....	19
5.2	Vyhodnocení výsledků .....	20
6.	Výsledky a diskuze.....	22
7.	Závěr .....	29
8.	Summary.....	30
9.	Seznam literatury.....	31
10.	Přílohy.....	34

## 1. Úvod

Etiopii lze považovat za kolébkou lidstva, protože právě zde byly nalezeny nejstarší kosterní pozůstatky jak člověka, tak i jeho předchůdců. Z tohoto důvodu je místní krajina dlouhodobě ovlivňována lidskou činností, zejména zemědělstvím. To s sebou samozřejmě přináší jak pozitivní, tak i negativní důsledky pro krajinu a následně i pro místní obyvatele.

Negativní vlivy se začaly výrazně projevovat s prudkým nárůstem obyvatelstva v minulých staletích. Stále rostoucí populace potřebovala více půdy pro svou obživu a místo pro své domovy. Proto byly původní relativně stabilní porosty dřevin káceny a vypalovány pro získání orné půdy a pastvin pro dobytek.

Půda bez řádného vegetačního pokryvu nedokázala odolávat vodní erozi během silných přívalových dešťů a vznikala rozsáhlá území degradovaná jak plošnou erozí, tak i erozními rýhami. Z půdních profilů se vyplavovaly živiny i částice schopné vázat vodu. Z původně úrodných pozemků vhodných pro zemědělskou výrobu byli zemědělci nuceni se přesunout na plochy více ohrožené erozí a problém se dále prohluboval. Odplavované půdní částice se sedimentovaly, zanášely vodoteče a jezera. To v kombinaci s neschopností zdevastovaných svahů zadržet srážky způsobilo následné záplavy a sesuvy půdy, při kterých došlo i ke ztrátám na životech.

Proto se lidé z místní komunity začali zajímat o ochranu půdy před erozí, zejména vodní. Ve spolupráci se zahraničními subjekty začali provádět opatření pro zlepšení situace.



## **2. Cíl práce**

Cílem práce je stanovit nejvhodnější provenienci a předosevní přípravu *Dodonaea angustifolia* pro zalesňování degradovaných půd přímým výsevem. Pro stanovení vhodnosti je třeba shromáždit data o experimentálně vyklíčených jedincích, jako jsou rozměry a váha všech částí rostlin. Po vyhodnocení dat by měl být stanoven optimální původ a způsob ošetření osiva.

### **3. Literární přehled**

#### **3.1 Eroze**

Eroze půdy je rozrušování povrchu buď ledem, vodou nebo větrem. V závislosti na podmínkách se projevuje jednotlivě nebo v kombinaci. Eroze znamená odnos půdní hmoty (denudace), její přemístění do jiných poloh a uložení (akumulace) ve formě nánosů nebo překryvu (Bedrna 2002).

##### **3.1.1 Druhy eroze**

###### **3.1.1.1 Plošná eroze**

Plošná eroze se začíná projevovat v nenápadné – utajené formě. V tomto případě hovoříme o utajené erozi. Jen na obnažené, vegetací nechráněné půdě přechází utajená eroze v erozi stružkovou. Stružky jsou však po krátké době zarovnané s ostatním povrchem půdy, a tak po plošné erozi nezůstávají na povrchu půdy viditelné stopy a deformace.

Působením plošné eroze v obou uvedených případech je však zmenšována mocnost půdní vrstvy, obnažovaný méně úrodný půdní horizont, nebo nakonec nenavětralé podloží. Při tomto ztenčování půdního profilu dochází k největším změnám úrodnosti při odnosu svrchního humusového horizontu, který představuje největší zásobárnu živin a je nejdůležitější složkou při regulaci teplotního, vláhového a biologického režimu půdy. Čím je původní hloubka půdy mělká, matečná hornina pomaleji zvětrává a podloží je propustnější, tím škodlivější je plošná eroze a rychleji dochází k degradaci plochy.

Plošný odnos půdy probíhá selektivně, a to tak, že jsou nejdříve odnášeny nejjemnější – koloidní, váhově nejlehčí – humusové a lehko rozpustné – fyziologicky přípustné látky. (Mauer, 2011)

###### **3.1.1.2 Rýhová eroze**

Rýhovou erozi vytváří soustředěná povrchová voda. Příčinou soustředění vodních proudů jsou nejrůznější uměle vytvořené prohloubeniny, jako jsou šikmo po svahu založené cesty, koleje, brázdy, odvodňovací příkopy, meze a přirozené terénní deprese.

Rýhy mohou začínat i končit na svahu a tehdy je nazýváme svahové, nebo se vyskytují v terénních úvalinách, navazují na síť vodních toků a tehdy je označujeme jako dnové. Svahové rýhy mají větší spád než dnové ale s ohledem na velikost sběrné plochy a mocnost zvětralinové vrstvy mají menší rozměry. Dnové se naopak mohou vytvořit už při nepatrném spádu a bývají počátečním stádiem bystřin.

Narůstání rýh do šířky se děje boční (horizontální) erozí, podemíláním, obrušováním a sesouváním břehů řek. Do hloubky roste rýha hloubkovou (vertikální) erozí, která spočívá v podstatě ve vymílání a obrušování dna rýhy.

Škodlivost rýhové eroze spočívá v tom, že půdu úplně znehodnocuje. Rýhová eroze v některých případech trvale zmenšuje rozlohu produktivní plochy, povrch svahů člení na malé části, čímž ztěžuje obhospodařování půdy, zdražuje stavbu cest atd. Dále mají erozní rýhy drenující účinek na podzemní vody, vliv na hromadění sněhu a rychlé odvádění sněhové i srážkové vody do vodních toků. (Mauer, 2011)

Příčiny eroze a svahových pohybů dle Mauera, 2011:

- odlesnění svahů a jejich přeměna na zemědělskou půdu
- rozorání a nesprávné obhospodařování strmých pozemků
- extenzivní pastva
- neřízený pohyb lidí a zvířat
- zakládání polních a lesních cest
- různé technické zásahy

## **3.2 Klíčení**

### **3.2.1 Klíčení**

Klíčením je obnovení růstu embrya v semeni, které už je oddělené od mateřské rostliny. Semena po dozrání přechází do metabolického klidu, který bývá většinou způsoben sníženým obsahem vody nebo inaktivací enzymatických systémů. Během klíčení dochází ke znovu obnovení fyziologických procesů a k morfogenetickým změnám, čímž dojde k přeměně ve fyziologicky nezávislý semenáček (Bewley, J. et al., 2006).

### **3.2.1.1 Klíční klid**

Kl n  klid označuje stav, kdy  iv  semena nevykl  i ani při dosa en  optimálních podmínek, může být při p aci se semeny výhodou i nevýhodou. V hodn  je zabránění vykl  en  osiva během skladování. Nevýhodou je, pokud se jedná o složitou dormanci a semena potřebují specifickou předosevní p ipravu a je nutn  p isn  dodržení postupů, aby nedošlo ke zp soben  slab  kl ivosti. N kter  techniky předosevní p ipravu se využívají i u nedormantních semen pro urychlen  klíčení. (Hall, 2003)

Semena mohou být ve stavu prim rn  nebo sekund rn  dormance. Prim rn  dormance je způsobena geneticky, m  e být zachována u zralých a suchých semen při odpovídajících podmínkách, nebo pokud jsou uložena v půdě. Do sekund rn  dormance se dostávají semena zral , nabobtnal  vlivem nevhodných podmínek po rozptylu semen. Sekund rn  dormance se může projevit i u semen, kter  jsou prim rn  nep el hav  (Bewley, J. et al., 2006).

Mauer, 2011 uvádí tři mo n  p i iny kl  n ho klidu:

- semenn  obaly bránící přijmu vody a kyslíku, připadně působící jako mechanick  překážka pro pronikání radikuly.
- p itomnost látek inhibičního charakteru, kter  se pod lejj  na vzniku dormance, mohou být uloženy v různých strukturách semene. Dormance m  e být způsobena i absencí stimuluuj c ch růstových regulátorů a klíční klid je tak výsledkem poměru inhibitorů a stimulátorů růstu. Překonání dormance pak spo iv  v posunu rovnováhy mezi inhibitory a stimulátory ve prospěch stimulátorů.
- morfologick  stav embrya – embryo musí být v době uvoln n  od mateřsk  rostliny rozděleno na všechny základní části. U některých druhů dřevin však embryo v době opadu ještě nevypl n je celou embryon ln  komůrku, nebo není embryo rozděleno na všechny základní části.

### **3.2.1.2 Stratifikace semen**

Stratifikace označuje ošetření prov den  za  celem překonání dormance semen některých druhů rostlin. Stratifikaci je mo n  provádět s médiem, nebo bez média. (Bewley, J. et al., 2006)

## Stratifikace s médiem

Jako médium při stratifikaci se používá rašelina, písek, perlit, vermikulit a jejich směsi. Vlhké médium předává vodu semenům, díky pórovitosti zajišťuje výměnu plynů, odvádí teplo vzniklé dýcháním semen, odděluje semena a brání případnému předávání infekce mezi nimi.

## Stratifikace bez média

Při stratifikaci bez média je nutné semena předem namočit a následně vodou nasycené osivo uložit do přepravek nebo PE sáčků. Výhodou je snadná kontrola a udržování požadované vlhkosti a zabránění předčasnému klíčení semen.

Kromě uváděných způsobů lze k překonání klíčního klidu použít některé další metody, např. máčení v okysličené vodě. Protože se u některých druhů semen uplatňují v dormanci látky inhibiční povahy, lze urychlit vystoupení semen z dormance exogenní aplikací stimulátorů růstu. (Mauer, 2011)

Podmínky úspěšné stratifikace (Mauer, 2011)

- dostatečná hydratace semen

Změny spojené s překonáváním dormance vyvolané morfologickým stavem embrya a/nebo přítomností inhibitorů probíhají jen v dostatečně hydratovaných semenech. Teplota vody při máčení by měla být max. 10–15 °C. Semena se obvykle máčí přes noc, při delším máčení je třeba vodu měnit. Semena dlouhodobě skladovaná ("mražená") je nezbytná předem aklimatizovat 24 hodin při 5 °C.

- aerace

Přístup vzduchu je nezbytnou podmínkou dokonalého průběhu stratifikace. Pokud se stratifikuje s médiem, směs se přehazuje, pokud se stratifikuje bez média v PE sáčku, je třeba semena otevřením sáčku a přesypáním provětrávat. Přítomnost vzduchu je důležitá, protože semeno v inhibovaném (nabotnalém) stavu začíná dýchat a přijímat O<sub>2</sub>, je nutné odvádění CO<sub>2</sub> a tepla.

- vhodné teplotní podmínky

Teplota spolu s vlhkostí mají rozhodující význam pro překonání dormance. Podle příčin, které dormanci vyvolaly, je třeba dodržet určitý teplotní režim, podle kterého provádíme buď studenou nebo teplostudenou stratifikaci.

Studená stratifikace – provádí se, pokud je dormance vyvolána přítomností inhibitorů. Probíhá při teplotě 3–5 °C v klimatizovaném skladu nebo komoře. Není-li k dispozici klimatizovaný prostor, můžeme stratifikovat v jámě nebo stratifikační jímce a využít přirozeného chodu teplot v přírodě.

Teplostudená stratifikace – se používá pro semena, jejichž dormance je způsobena morfologickým stavem embrya. Má dvě etapy: teplá etapa (15–25 °C), která vytváří podmínky pro dodiferencování a dorostení embrya. Studená etapa (3–5 °C) ruší účinek inhibitorů.

- vhodná doba trvání stratifikace

Je nutné najít kompromis mezi biologickými požadavky a technickými možnostmi, tzn. semena musí být stratifikována tak dlouho, aby překonala dormanci, ale aby se nevysévala již naklíčená.

### **3.3 Charakteristika oblasti**

#### **3.3.1 Etiopie**

##### **3.3.1.1 Základní údaje**

Etiopie, oficiálním názvem Etiopská federativní republika, je vnitrozemský stát nacházející se v Africe v oblasti tzv. Afrického rohu, kde se rozkládá na území 1 063 652 km<sup>2</sup>. Hlavní město Addis Abeba (česky "Nový květ") obývá 2 973 000 obyvatel. Země sousedí se Súdánem a Jižním Súdánem na západě, Keňou na jihu, Džibutskem a Somálskem na východě a Eritreou na severu.

##### **3.3.1.2 Geografie**

Nejvýraznějším geografickým útvarem v Etiopii je náhorní plošina (Etiopská vysočina), která je rozdělena na dvě části Velkou příkopovou propadlinou. Průměrná nadmořská výška náhorní plošiny se pohybuje od 1 800 do 2 400 m n. m. V Etiopské vysočině se nachází nejvyšší hora Etiopie – Ras Dashen, která měří 4 543 m n. m. V Etiopii se nachází více než 80 % afrických oblastí s nadmořskou výškou přesahující 3000 m n. m.

Náhorní plošina se postupně svažuje do nížin na jihovýchodní a západní straně. Nejnižším bodem je Danakilská proláklina, nacházející se 115 metrů pod hladinou moře. Danakilská proláklina se nachází v severovýchodní části země, jedná se o poušť s aktivními sopkami a solnými jezery. Jedná se také o jedno z nejteplejších míst na Zemi (Philips, Carillet 2006, [5]).

##### **3.3.1.3 Obyvatelstvo**

Dle aktuálních informací je současná populace Etiopie 102 374 044 s ročním přírůstkem 2,88 % (2016). Úřední jazyky jsou angličtina a amharština. Nejpočetnější etnické skupiny jsou Oromo 34,4 %, Amara 27 %, Somalie 6,2 %, Tigrinya 6,1 %. Nejrozšířenějším vyznáním je křesťanství – 62 % (Etiopská ortodoxní církev 43,5 %, protestanté 18,5 %) a Islám – 33,9 %. K pitné vodě má přístup 93,1 % obyvatel ve městech, zatímco pouze 48,6 % mimo města. K odpovídající lékařské péči má přístup 27,2 % obyvatel měst a 28,2 % obyvatel venkova. HIV pozitivní je 1,15 % (2014) populace, přičemž jde většinou o obyvatele měst. Míra urbanizace je v současnosti 19,5 %. [2]

#### **3.3.1.4 Administrativa**

Státním zřízením je federativní parlamentní republika. Hlavou státu je prezident volený parlamentem na šestileté období. Administrativně se země dělí na 9 federálních států a 2 samosprávná města. Státy se dále dělí na regiony, a ty na okresy. Státy mají dle ústavy možnost se oddělit od Etiopie. [2]

#### **3.3.1.5 Ekonomika**

##### **3.3.1.5.1 Rozvojová pomoc**

Etiopie patří mezi největší příjemce oficiální rozvojové pomoci na světě, která dle údajů Development Assistance Group Ethiopia dosahuje až jedné třetiny státního rozpočtu (30–50 % pomoci představuje humanitární a potravinová pomoc). Největšími donory jsou tradičně EU a USA. V posledních letech však stále více pomoci přichází z Číny (ve své specifické, ekonomické podobě), Indie, Japonska, Jižní Koreje či Turecka. Většina těchto zemí zaměřuje svoji rozvojovou pomoc na následnou ekonomickou návaznost a prohlubování ekonomických vazeb. [1]

Etiopie je jednou ze zemí s nejnižším přístupem k pitné vodě a hygienickými návyky na světě. Přístup k vodě se zvolna zvyšuje díky zahraniční pomoci, ale k dosažení Rozvojových cílů tisíciletí (MDG) bude potřeba realizovat další rozvojové projekty v oblasti zásobování pitnou vodou. Etiopská vláda určila jako priority přístup k vodě a ekonomický růst a snížení chudob, společně s dosažením MDG jako dlouhodobý cíl. Problematika zásobování pitnou vodou je zmiňována ve všech strategických dokumentech zaměřených na rozvoj Etiopie. (Krieglerová, 2012)

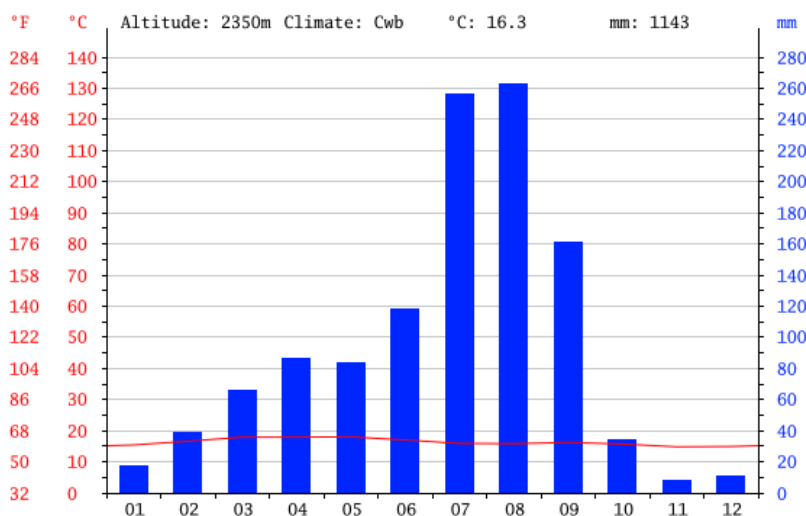
#### **3.3.1.6 Klima**

Etiopie se nachází v oblasti sezónních dešťů a klima je velmi proměnlivé v závislosti na topografii. Období dešťů se na jihu země vyskytuje dvakrát ročně, na severu pouze jednou ročně. Lehký déšť přichází v březnu a dubnu spolu se severovýchodními a jihovýchodními větry. Po těchto deštích následuje krátká perioda horka, od června do poloviny září se denně vyskytují silné bouřky. Zbytek roku je suchý, nejteplejšími měsíci jsou prosinec a leden. Relativní vlhkost a množství srážek klesá směrem od jihu k severu, množství srážek je nízké také ve východních nížinách (Krieglerová, 2012).

Dle srážek a nadmořské výšky rozlišujeme pro zemědělskou činnost 11 různých klimatických oblastí (viz obr. 12). Oblasti do 500 m. n. m. se označují jako Berha,



oblasti mezi 500 a 1500 m. n. m. se označují jako Kolla, mezi 1500 a 3200 m. n. m. jako Dega a oblasti nad 3200 m. n. m. se nazývají Wurch (Sjoholm, 1989).



Obr. 1 Klimadiagram Addis Abeba (zdroj: <https://en.climate-data.org/location/532/>)

### 3.3.1.7 Flora a fauna

#### 3.3.1.7.1 Flora

Etiopie má velmi bohatou a cennou flóru a je jedním z 12 Vavilových center biodiverzity užitkových rostlin. Přibližně 600 až 1400 rostlin je endemických, tzn. 10 až 20 % z původních druhů. Opadavé drobnolisté lesy se nachází na celém území v nadmořských výškách 900 až 1900 m. Vegetační pokryv se skládá ze suchovzdorných keřů nebo malých opadavých stromů. Stromy zastupují různé druhy rodu *Acacia*, bylinné patro tvoří rostliny z rodů *Acalypha* a *Aerva*.

Západ a severozápad zabírají listnaté opadavé lesy, místy i keře traviny.

Vegetaci ve vrchovinách tvoří suchý stálezelený vysokohorský les a stepy. V těchto biotopech se nachází většina endemických rostlin. Stromovou vegetaci zde tvoří různé druhy akácií, oliv a pryšců. Vyskytuje se zde jediná původní africká růže, *Rosa abyssinica*.

Afro alpínskému vegetačnímu stupni dominuje lobélie (*Lobelia rhynchopetalum*), která vystupuje až do výšek 4000 m n. m. kde ji střídají hořce.

V semiaridních až aridních oblastech se vyskytují kromě stromů, keřů a travin i sukulenty (Philips, Carillet 2006).

#### **3.3.1.7.2 Fauna**

V Etiopii by dosud popsáno 277 druhů savců, 200 plazů, 148 druhů ryb a 63 druhů obojživelníků. Největší biodiverzitu má ptactvo, 862 druhů zahrnující 8 endemických čeledí.

Díky přítomnosti rozsáhlých pohoří v Etiopii můžeme nalézt mnoho endemických savců, z nichž je nejtypičtější vlček etiopský (*Canis simensis*). (Philips, Carillet 2006)

V EFDR se nachází největší stádo hovězího dobytka v Africe: podle odhadů jde o 35 mil. kusů skotu, dále 21 mil. ovcí, 17 mil. koz, 5 mil. oslů, 3 mil. koní a přes 1 mil. velbloudů; prasat pouze 24 tis., zato 56 mil. kusů drůbeže. (Krieglerová, 2012)

#### **3.3.1.7.3 Ochrana přírody**

Etiopie je díky své přírodní rozmanitosti jednou z nejvýznamnějších afrických oblastí z pohledu biodiverzity a počtu endemických druhů. Velké množství endemitů se nachází v horských oblastech, které nejsou zcela zpřístupněny a byly pouze omezeně ovlivňovány lidmi. Zejména pohoří Simien a Bale mají obrovský význam z hlediska počtu rostlinných endemických druhů. Mezi další oblasti s vyšší nadmořskou výškou a velkým počtem endemitů patří např. regiony Ogaden a Somali a vlhké stále zelené lesy na jihozápadě země. Odhaduje se, že v Etiopii roste více než 7 000 původních druhů vyšších rostlin, z nichž je 12 % endemických. Podrobné výzkumy však dosud nebyly provedeny, takže ověřené informace chybí. Vzácné rostlinné druhy jsou ohroženy zejména erozí a kácením primárních lesů. Dochází k rychlému úbytku vzácných druhů zejména z důvodu nedostatečné ochrany lesů a přeměně lesní půdy na zemědělskou [5].

V Etiopii je snaha o ochranu volně žijících živočichů, vzniklo zde 38 chráněných oblastí rozdělených do 4 kategorií: 9 národních parků, 3 přírodní rezervace, 8 rezervací a 18 oblastí s omezeným lovem. Celková plocha chráněných území je přibližně 192 000 km<sup>2</sup>, většina se jich chráněných vyskytuje v nížinách, kde je vyšší výskyt volně žijících živočichů, menší počet chráněných oblastí je ve vrchovinách a horských oblastech. Dosud bylo v Etiopii popsáno 277 druhů savců, 862 druhů ptáků, 201 druhů

plazů, 63 druhů obojživelníků a 150 druhů ryb. Z popsáných druhů je 11 % savců, 3,3 % druhů ptáků, 4,5 % druhů plazů a 38 % druhů obojživelníků endemických [5].

Etiopie patří mezi země, které podepsaly úmluvu CITES (Úmluva o mezinárodním obchodu s ohroženými druhy volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin). Dosud však v Etiopii není jednoznačná legislativa ochrany přírody, v důsledku toho už došlo k vymizení nebo poničení genetické informace některých druhů, došlo např. vymření Zebry Grévyho (*Equus grevyi*) v národním parku Awash nebo hybridizaci domácího psa s kriticky ohroženým endemickým druhem vlčkem etiopským (*Canis simensis*).

### **3.3.2 SNNPR**

Region jižních národů, národností a lidu (SNNPR – Southern Nations, Nationalities and Peoples Region) zabírá velkou část jihozápadní Etiopie, přibližně 10 % území země. V regionu žije až 20 % celkové populace, tzn. přibližně 14 mil. obyvatel. Jedná se o region s nejvyšším počtem etnických skupin. Rozděluje se na 13 administrativních zón, 132 wored a 3512 kebelí a hlavním městem je Awassa. Typickou plodinou je *Ensete ventricosum*, káva a kat (*Catha edulis*). (Tefera et al., 2005)

### **3.3.3 Awassa**

Awassa Zuriya Woreda má rozlohu asi 21 060 ha s celkovým počtem obyvatel 131 649 (2012), z čehož 76 303 jsou muži a 64 364 jsou ženy. Woreda je rozdělena na dvě agro-ekologické zóny; 75 % Kola (suchá nížina) a 25 % Wovna Dega (slabě vlhká). Woreda leží ve výškovém rozsahu 1680–2080 m n. m. Střední roční teplota Woredy je 27 °C. Roční srážky jsou v rozsahu 600–1400 mm ve dvou dešťových obdobích (Woreda BoA, 2010). Woreda je charakterizována různými systémy využívání půdy. 1757 ha je pokryto trvalými travními porosty, 14349 ha jednoletými plodinami, pouze 1147 ha lesy, 27 ha pastvinami a mokřady a 687 ha je pokryto bažinami. Hlavní potravinovou základnu obyvatel tvoří Ensete (nepravý banánovník produkující zemní hlízy s jistou nutriční hodnotou) a mix produkčních systémů jednoletých plodin, a živočišné výroby. Vedle trvalých plodin pěstují farmáři v této oblasti nejčastěji kukuřici, fazole, brambory, proso, chilli papričky a jiné koření. V AZW prší většinou ve dvou obdobích (léto, podzim) a v obou výrobních sezónách je úroda významně závislá na dešti. Farmáři z ekonomických důvodů upřednostňují kukuřici. Chov dobytka je také důležitou složkou hospodářského systému AZW, rozloha společných pastvin se však

zmenšuje, protože došlo k jejich přeměně na pole uspokojující přímou spotřebu domácností. (Pavliš et al., 2013)

### **3.4 Charakteristika druhu *Dodonia angustifolia***

#### **3.4.1 Morfologická charakteristika**

*Dodonia angustifolia* je stálezelený tenkokmenný keř nebo malý strom dosahující výšky 3–8 m se světlou korunou patřící do čeledi Mýdelníkovité (*Sapindaceae*). Všechny mladé části rostliny jsou pryskyřičnaté, borka je tmavě šedá, podélně rozpraskaná, odlupčivá. Listy jsou jednoduché, protáhlé a špičaté, až 13 cm dlouhé. Mladé listy jsou světle zelené, lesklé a lepkavé. Květy bývají žlutozelené, jednopohlavné. Strom tvoří velmi mnoho typických asi 2 cm velkých tobolek se třemi papírovitými křídly, někdy vypouklými. Nezralá tobolka je zeleno růžové barvy. Při dozrání se barva mění na hnědou. V každém plodu se nachází několik drobných černých kulovitých semen. (Bein et al., 1996) Dřevo je velmi tvrdé a těžké (1200–1250 kg/m<sup>3</sup>) s tmavě hnědým, někdy načernalým nepravidelným jádrem a světlou bělí. (Pearman, 2002)

#### **3.4.2 Rozšíření**

Původní oblast rozšíření druhu zahrnuje Austrálii, Nový Zéland, JAR a východ Afriky (Omán, Etiopie, Keňa, Tanzanie). (Orwa et al., 2009) Díky širokým možnostem využití, nenáročnosti na prostředí a schopnosti kolonizovat narušené prostředí je dnes rozšířena v oblasti tropů a subtropů celého světa.

#### **3.4.3 Ekologie**

V Etiopii se *Dodonia angustifolia* vyskytuje v nadmořských výškách 800 až 2650 m n. m. s ročním úhrnem srážek 500–1500 mm (Friis, 1992). Druh snáší téměř jakékoliv půdy od písčitých po jílovité, snese i zasolené substráty. Druh není odolný k ohni, po požáru však mohutně obráží kořenovými výmladky. (Doran, J. et al., 1997). Přirozeně se vyskytuje od říčních naplavenin, přes kamenité půdy až po semiaridní oblasti. Jedná se o typický druh sekundárního lesa. Pohjonen (1989) uvádí, že primární sukcesní stádia lesa s *Dodonia angustifolia* a *Acacia abyssinica* vedou k následnému klimaxovému stádiu Afromontánního lesa. Její schopnosti obsazovat narušená stanoviště naznačuje, že se jedná o slibnou dřevinu při znovuzalesňovacích pracích v horském pásmu, jako přípravná dřevina pro původní náročnější druhy jako *Juniperus procera* nebo *Olea europaea* subsp. *cuspidata*. Limitujícím faktorem pro přirozenou

regeneraci je především sezónnost dešťů, dále vypásání a likvidace porostů člověkem. (Tesfaye, 2000)

#### **3.4.4 Využití**

Jedná se o rostlinu se širokým spektrem využití. Využívá se k fixaci písečných dun, omezení pobřežní eroze a při rekultivačních pracích, protože kořeny výborně zadržují půdu. Využití nalézá i při kultivaci bažin. (Selvam, 2007)

Dřevo je výjimečně tvrdé a husté. Nejčastěji se používá jako kvalitní palivo, protože má nízký bod zápalu, hoří pomalu a má vysokou výhřevnost, 19,225 KJ/kg. Ve východní Africe je často používáno k výrobě dřevěného uhlí. Dřevo se také díky svým vlastnostem využívá jako stavební materiál, k výrobě násad k nástrojům nebo samotného náradí, košťat, stožárů. Drobně větvičky se dají použít i jako zubní kartáček. (Pearman, 2002)

První osadníci v Austrálii využívali plody jako náhražku chmele při vaření piva, takto vznikly některé místní názvy rostliny, např. hop bush. V současné době se takto využívá v Iráku. Listy jsou také žvýkány jako stimulant v některých částech světa. V Kolumbii a Peru se mísí s listy koky. [4] Odvar z listů se používá i jako anestetikum v medicíně se rostlina využívá při léčbě horečky, bolesti v krku, chřipky, žaludečních obtíží a rakoviny. Květy jsou významným zdrojem pylu a nektaru pro včely. Plody můžou v období nedostatku potravy sloužit jako pastva pro skot. Naopak u listů jsou zaznamenány případy otrav. Bývá využívána i v zahradní architektuře pro svoje lesklé listy a dekorativní plody. Často se pěstuje i kultivar *Dodonaea angustifolia* cv. purpurea s nafialovělými listy. (Orwa et al., 2009).

## **4. Rozvojová pomoc MENDELU v okolí jezera Awassa**

### **4.1 Historie rozvojové pomoci v oblasti**

Projekt „*Sanace a rekultivace degradovaných půd jako základ udržitelného hospodaření s přírodními zdroji ve vybraném povodí Awassa Zuriya Woreda*“ v letech 2014-2016 navazuje na předchozí projekt „*Ochrana půdy a vodních zdrojů v Regionu jižních národů, národností a lidu*“, který proběhl v letech 2010-2012 na území kebelí Lebu Koromo a Umbulo Kajima. Postupy osvědčené během realizace prvního projektu byly implementovány také v sousedních kebelích, kde sama komunita projevila zájem o zapojení do projektu. V degradovaných oblastech byla provedena různá biologická a fyzická opatření na ochranu půdy a vody. V lesní školce jsou pěstovány různé druhy stromů, které bude komunita vysazovat na svažitých územích. Rychle rostoucí a ovocné druhy budou distribuovány farmářům k pěstování v zahradách. Zalesňování bude prováděno i přímým výsevem různých druhů stromů, keřů a travin s cílem podpořit hustotu výsadby a urychlit nárůst vegetačního pokryvu degradovaných půd. [3]

### **4.2 Provedená protierozní opatření během předchozího projektu**

#### **4.2.1 Lesní školka Jarra Hiressa**

Během ledna až března roku 2013 byly v lesní školce Jarra Hiressa osety PE sáčky, které byly plněné místním obohaceným půdním substrátem, osivem multifunkčních druhů podle jejich klíčové dynamiky. Současně pokračoval experiment s růstovými reakcemi místních dřevin na pilinový substrát Hobra a potřebnost jeho hnojivového uzpůsobení jednotlivým druhům. Druhové a pěstební experimenty s Hobra substrátem potvrzují nutnost pravidelného hnojení na list. Bylo zjištěno, že nejvhodnější jsou pro tento substrát dřeviny *Acacia* sp., *Grevillea robusta* a *Eucalyptus* sp.

Práce probíhala za celoročního přispění stálých i sezónních dělníků. Po přípravných pracích (příprava a čištění substrátu a záhonů) a školkařských pracích s osivem a vyklíčenými semenáčky bylo přeškolkováno do cílových plastových obalů maximum možného sadebního materiálu. Cílem pro rok 2012 bylo vypěstovat 200 000 životaschopných sazenic. Nakonec bylo během roku 2012 vypěstováno celkem 380 377 sazenic lesních a ovocných dřevin. Z toho bylo vypěstováno 365 223 ks sazenic v PET sáčcích, které byly vzhledem k pěstovaným druhům použity ve čtyřech různých velikostech (Pavliš et al., 2013).



Obr. 2 Lesní školka Jarra Hiressa (Foto autor práce)



Obr. 3 Sazenice přeškolkované do PET obalů (Foto autor práce)

#### **4.2.2 Povrchová úprava erodovaného terénu pomocí fyzických protierozních opatření (zasakovací rybníčky, terasy, trenches, improved pits)**

Realizace fyzických opatření navázala na práce z předchozích let, jejichž praktický dopad byl znatelně vidět již před začátkem období dešťů, kdy byla pozorována mohutná dynamika sukcese bylin, trav a polokeřů v prostoru vybudovaných protierozních

příkopů, teras a přehrádek. Po období dešťů bylo také nutno obnovit část technických protierozních opatření.



Obr. 4 Plocha s připravenými “improved pits“ pro výsadbu (Foto autor práce)



Obr. 5 Zanesený zasakovací rybníček (Foto autor práce)



#### **4.2.3 Přímý výsev rychle rostoucích rostlin na obnaženou půdu v blízkosti realizovaných fyzických opatření.**

Účinná metoda rehabilitace degradovaného území je přímý výsev rychle rostoucích dřevin. Ty obnaženou půdu nejen zpevní svými kořeny, ale i rychle vytvoří vegetační kryt omezující jak erozní účinek přívalových dešťů, tak rychlé vysychání způsobené přímou expozicí slunečnímu záření. Na základě zkušeností z předchozích let byly použity druhy *Cajanus cajan*, *Dodonaea angustifolia* a *Pennisetum purpureum* (elephant grass).

V roce 2012 bylo celkově vyseto 7.5 kg semen *C. cajan* a 0.25 kg semen *D. angustifolia*, a to zejména kvůli stabilizaci půdy obnažené stavbou zasakovacích rybníčků a na obnažené půdě v erozních rýhách, které byly zároveň rehabilitovány i jiným způsobem (hrazení, příkopy) (Pavliš et al., 2013).

#### **4.2.4 Zabezpečení kontroly prováděných prací, vedení evidence o provedených kontrolách, zjištěných nedostatecích a nápravných opatřeních.**

Kvalita zalesňovacích prací byla kontrolována. Detailní monitoring ujímavosti výsadeb a zpracování evidence pro potřebu opakovaného vylepšování probíhal za spolupráce Agro-officers z Dore Bafano a Agric. Bureau v Awassa. Monitoring ujímavosti proběhl v srpnu, září a říjnu a následovalo vylepšování. Kromě výsadeb do volného terénu byly další sazenice určeny k volné distribuci mezi místní drobné farmáře pro výsadby v jejich zahradách a okolí. Farmáři volili z dostupných druhů, zejména rychle rostoucí druhy brzy poskytující dřevní hmotu, např. *Grevillea robusta*, *Eucalyptus camandulensis*, *Casuarina equisetifolia* a ovocné druhy jako *Mangifera indica*, *Carica papaya* či *Moringa stenopethala*. Další sazenice byly distribuovány pro využití místními organizacemi působícími v oblasti životního prostředí a pro ozelenění rehabilitovaných vrtů a napájecích míst (Pavliš et al., 2013).

## **5. Metodika**

### **5.1 Popis práce**

Měření bylo realizováno v lesní školce ve městě Awassa založené během činnosti Mendelu. Prvním úkolem bylo zajistit osivo různých proveniencí z oblastí s klimatem podobným okolí jezera Awassa. Ke sběru semen byly vybrány 3 lokality: Umbulo Kajima, Alaba a Gibie (viz obr. 6).

Nasbírané osivo každé provenience bylo rozděleno na 4 oddíly s různým druhem ošetření. První dva oddíly byl stratifikován horkou vodou po dobu 20 a 30 minut, třetí byl máčen 24 hodin ve vodě o pokojové teplotě a čtvrtý oddíl bez ošetření je považován za kontrolní. Z každého oddílu bylo vyseto 100 semen do směsi písku a zeminy v plastových přepravkách.

Dva týdny po vyklíčení byly semenáčky vyjmuty z půdy a došlo ke změření jejich základních parametrů, tj. délka a váha kořenů, nadzemní části, celého jedince a průměr kořenového krčku. Pro měření délek a průměrů bylo použito posuvné měřidlo, pro zjišťování vah byla váha s přesností na dvě desetinná místa. U měřených jedinců byla provedena textová i obrazová dokumentace. Naměřená data byla následně statisticky zpracována a pomocí výsledků byla vybrána nejvhodnější provenience ve spojení s nejvhodnějším způsobem stratifikace pro použití v terénních podmínkách.



Obr. 6 Znáznornění lokalit zdrojů osiva na mapě – Alaba (1), Gibie (2) a Umbulo Kajima (3) (maps.google.com)

## 5.2 Vyhodnocení výsledků

Pro ověření, zda provenience a předosevní příprava má statisticky významný vliv na zalesňování degradovaných půd přímým výsevem byly užity následující veličiny:

- hmotnost celé rostliny (g)
- hmotnost kořenového systému (KS) (g)
- tloušťka kořenového krčku (mm)
- délka nadzemní části (NČ) (cm)
- délka KS (cm)

Datový soubor analyzovaných veličin byl získán měřením experimentálně vyklíčených rostlin.

Střední hodnoty a směrodatné odchylky zkoumaných veličin pro jednotlivé lokality a způsoby ošetření jsou uvedeny v tabulkách č. 3, 4 a 5. Pro každou analyzovanou veličinu byl dále vykreslen krabicový graf v závislosti na jednotlivých lokalitách

a způsobech ošetření. Grafické znázornění analyzovaných veličin je znázorněno v obrázcích č. 7–11.

Pro analyzované veličiny byly stanoveny následující nulové a alternativní hypotézy.

**Nulová hypotéza:** Provenience a předosevní příprava nemá statisticky významný vliv na hmotnost celé rostliny (g)/ hmotnost KS (g)/ tloušťku kořenového krčku (mm)/ délku NČ (cm)/ délku KS (cm).

**Alternativní hypotéza:** Provenience a předosevní příprava má statisticky významný vliv na hmotnost celé rostliny (g)/ hmotnost KS (g)/ tloušťku kořenového krčku (mm)/ délku NČ (cm)/ délku KS (cm).

Pro ověření platnosti nulových hypotéz byla užitá analýza rozptylu. Statistický test byl proveden na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ .

Výsledky analýzy rozptylu pro analyzované veličiny jsou zobrazeny v tabulce (Tab. 1 Výsledky analýzy rozptylu,  $\alpha=0,05$ , kritická hodnota 1,805). V prvním sloupci tabulky je uvedena analyzovaná veličina, v druhém sloupci je hodnota testovací statistiky F a v posledním sloupci je uvedena p hodnota testu. Jak je uvedeno v popisu tabulky, kritická hodnota testu je 1,805. Z porovnání testovacích statistik s kritickou hodnotou i z uvedených p hodnot je zřejmé, že všechny nulové hypotézy byly zamítnuty. Bylo tedy prokázáno, že mezi testovanými soubory je statisticky významný rozdíl.

Vzhledem k zamítnutí nulových hypotéz bylo dále přistoupeno k Tukeyho metodě mnohonásobného porovnávání. Cílem metody bylo zjistit, mezi jakými proveniencemi a způsoby ošetření se pro jednotlivé veličiny vyskytují statisticky významné rozdíly.

Výsledky mnohonásobného porovnávání kontrolních skupin s jednotlivými ošetřeními jsou pro jednotlivé veličiny zobrazeny v tabulce (Tab. 2 Dvojice, u kterých byl zjištěn statisticky významný rozdíl Tukeyho metodou mezi ošetřeným a neošetřeným osivem). V prvním sloupci jsou uvedeny provenience, v druhém jsou vypsány způsoby ošetření, třetí sloupec obsahuje odhad rozdílů středních hodnot analyzovaných veličin pro kontrolní a uvažovaný způsob ošetření. V posledním sloupci je uvedena p hodnota, která je výsledkem testu pro ověření nulové hypotézy o tom, že střední hodnota analyzované veličiny kontrolní skupiny je rovna střední hodnotě analyzované veličiny s uvažovaným způsobem ošetření uvedeným ve druhém sloupci.

## 6. Výsledky a diskuze

Základním úkolem bylo vyhodnotit, zda existují statisticky významné rozdíly mezi kontrolní skupinou a skupinami ošetřenými na základě nulové hypotézy, že mezi kvantitativními hodnotami rostlin z ošetřeného a neošetřeného osiva není statisticky významný rozdíl. Nejprve byl proto testován základní soubor naměřených hodnot sazenic podle jednotlivých parametrů a proveniencí. Z výsledků analýzy rozptylu vyplynulo, že nulová hypotéza byla zamítnuta, viz tabulka č. 1.

Tab. 1 Výsledky analýzy rozptylu,  $\alpha=0,05$ , kritická hodnota 1,805

	<b>F hodnota</b>	<b>p hodnota</b>
<b>Délka KS</b>	5,846	5,02 <sup>-9</sup>
<b>Délka NČ</b>	2,055	0,0218
<b>Tloušťka KK</b>	2,557	0,00364
<b>Hmotnost celé rostliny</b>	13,33	<2 <sup>-16</sup>
<b>Hmotnost KS</b>	11,7	<2 <sup>-16</sup>
<b>Poměr KS a NČ</b>	5,362	3,97 <sup>-8</sup>

Pomocí Tukeyho metody bylo zjištěno, že až na 5 případů není v parametrech semenáčků jednotlivých proveniencí rozdíl mezi jedinci z ošetřeného a neošetřeného osiva (viz. Tabulky č. 6-10). Nejvíce ovlivněny byly hmotnostní parametry semenáčků (4 případy z 5) přičemž nejkladněji na ošetření reagovala semena z oblasti Umbulo Kajima.

Tab. 2 Dvojice, u kterých byl zjištěn statisticky významný rozdíl Tukeyho metodou mezi ošetřeným a neošetřeným osivem

<b>Parametr</b>	<b>Provenience</b>	<b>Porovnávané skupiny</b>	<b>Odhad rozdílu stř. hodnot mezi skupinami</b>	<b>Výsledek testu</b>
<b>Délka KS</b>	Umbulo Kajima	Kontrolní   Horká v. 20 min.	-2,2735	0,0057
<b>Hmotnost celé r.</b>	Alaba	Kontrolní   St. voda 24 h	-0,0385	0,0086
<b>Hmotnost celé r.</b>	Umbulo Kajima	Kontrolní   Horká v. 20 min.	-0,0372	0,0002
<b>Hmotnost KS</b>	Gibie	Kontrolní   Horká v. 20 min.	-0,0148	0,0005
<b>Hmotnost KS</b>	Umbulo Kajima	Kontrolní   Horká v. 20 min.	-0,0123	0,0006

Tab. 3 Hodnoty směrodatné odchytky a aritmetického průměru pro jednotlivé parametry, lokalita Gibie

Gibie - Kontrolní (bez ošetření)					
Parametr	Délka KS (cm)	Délka NČ (cm)	Tloušťka KK (mm)	Hmotnost (g)	Hmotnost KS (g)
Aritmetický průměr	5,825	4,025	0,793	0,108	0,019
Směrodatná odchytká	2,333	0,525	0,105	0,028	0,007
Gibie - studená voda, 24 hodin					
Parametr	Délka KS (cm)	Délka NČ (cm)	Tloušťka KK (mm)	Hmotnost (g)	Hmotnost KS (g)
Aritmetický průměr	6,068	4,125	0,729	0,114	0,030
Směrodatná odchytká	2,007	0,693	0,123	0,031	0,013
Gibie - Horká voda, 20 minut					
Parametr	Délka KS (cm)	Délka NČ (cm)	Tloušťka KK (mm)	Hmotnost (g)	Hmotnost KS (g)
Aritmetický průměr	6,217	3,640	0,743	0,109	0,034
Směrodatná odchytká	3,176	0,665	0,224	0,038	0,015
Gibie - Horká voda, 30 minut					
Parametr	Délka KS (cm)	Délka NČ (cm)	Tloušťka KK (mm)	Hmotnost (g)	Hmotnost KS (g)
Aritmetický průměr	5,564	4,144	0,741	0,110	0,025
Směrodatná odchytká	6,025	1,388	0,254	0,536	0,011

Z tabulky pro lokalitu Gibie je vidět, stejně jako z krabicových grafů, že hodnoty aritmetických průměrů pro jednotlivé parametry se významně neliší a jsou vyrovnané. U ošetření horkou vodou po dobu dvaceti minut došlo dokonce ke snížení průměrné délky nadzemní části. Toto lze přisuzovat několika výrazně nižším hodnotám, viz Obr. 10. U ošetření 30 minut horkou vodou se také vyskytla poměrně vysoká směrodatná odchytká. Ta je způsobena větším počtem jedinců, kteří se odchylovali od středních hodnot.

Tab. 4 Hodnoty směrodatné odchytky a aritmetického průměru pro jednotlivé parametry, lokalita Umbulo Kajima

Umbulo Kajima - Kontrolní (bez ošetření)					
Parametr	Délka KS (cm)	Délka NČ (cm)	Tloušťka KK (mm)	Hmotnost (g)	Hmotnost KS (g)
Aritmetický průměr	5,379	3,854	0,767	0,089	0,018
Směrodatná odchytky	2,149	0,527	0,123	0,024	0,006
Umbulo Kajima - studená voda, 24 hodin					
Parametr	Délka KS (cm)	Délka NČ (cm)	Tloušťka KK (mm)	Hmotnost (g)	Hmotnost KS (g)
Aritmetický průměr	4,735	3,870	0,822	0,089	0,021
Směrodatná odchytky	1,850	1,084	0,222	0,032	0,011
Umbulo Kajima - Horká voda, 20 minut					
Parametr	Délka KS (cm)	Délka NČ (cm)	Tloušťka KK (mm)	Hmotnost (g)	Hmotnost KS (g)
Aritmetický průměr	7,653	3,949	0,811	0,126	0,031
Směrodatná odchytky	2,969	0,606	0,149	0,042	0,016
Umbulo Kajima - Horká voda, 30 minut					
Parametr	Délka KS (cm)	Délka NČ (cm)	Tloušťka KK (mm)	Hmotnost (g)	Hmotnost KS (g)
Aritmetický průměr	5,797	3,916	0,710	0,091	0,020
Směrodatná odchytky	2,836	0,954	0,169	0,032	0,008

U lokality Umbulo Kajima jsou pro délku nadzemní části a tloušťku kořenového krčku hodnoty také vyrovnané. Opačná situace nastala u hmotnosti kořenového systému, kdy je průměrná hodnota téměř o 50 % vyšší při ošetření horkou vodou po dobu 20 minut. Takový nárůst byl způsoben několika málo extrémními hodnotami, proto ho není možné brát jako průkazný. Ze stejného důvodu lze pozorovat výrazný nárůst hodnot i u hmotnosti celých jedinců. Při stejném ošetření jsou i výrazně vyšší průměrné hodnoty pro délku kořenové soustavy. To je opět způsobeno několika málo extrémními hodnotami (viz Obr. č. 7–11). Proto lze říci, že při zanedbání těchto extrémů nemá předosevní příprava vliv ani na lokalitu Umbulo Kajima.

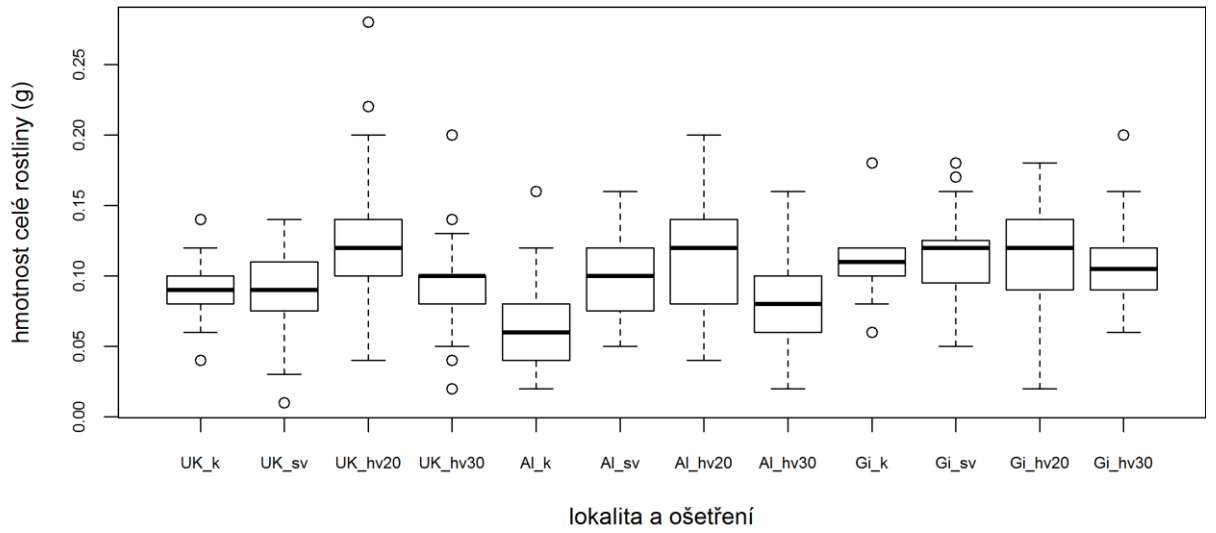
Tab. 5 Hodnoty směrodatné odchylky a aritmetického průměru pro jednotlivé parametry, lokalita Alaba

Alaba - Kontrolní (bez ošetření)					
Parametr	Délka KS (cm)	Délka NČ (cm)	Tloušťka KK (mm)	Hmotnost (g)	Hmotnost KS (g)
Aritmetický průměr	4,642	3,927	0,768	0,062	0,019
Směrodatná odchylka	1,821	0,946	0,245	0,031	0,009
Alaba - studená voda, 24 hodin					
Parametr	Délka KS (cm)	Délka NČ (cm)	Tloušťka KK (mm)	Hmotnost (g)	Hmotnost KS (g)
Aritmetický průměr	5,037	4,237	0,760	0,100	0,018
Směrodatná odchylka	1,500	0,669	0,151	0,029	0,007
Alaba - Horká voda, 20 minut					
Parametr	Délka KS (cm)	Délka NČ (cm)	Tloušťka KK (mm)	Hmotnost (g)	Hmotnost KS (g)
Aritmetický průměr	5,112	3,861	0,814	0,115	0,027
Směrodatná odchylka	1,795	0,833	0,167	0,036	0,012
Alaba - Horká voda, 30 minut					
Parametr	Délka KS (cm)	Délka NČ (cm)	Tloušťka KK (mm)	Hmotnost (g)	Hmotnost KS (g)
Aritmetický průměr	5,486	3,884	0,731	0,083	0,019
Směrodatná odchylka	2,736	0,765	0,170	0,029	0,010

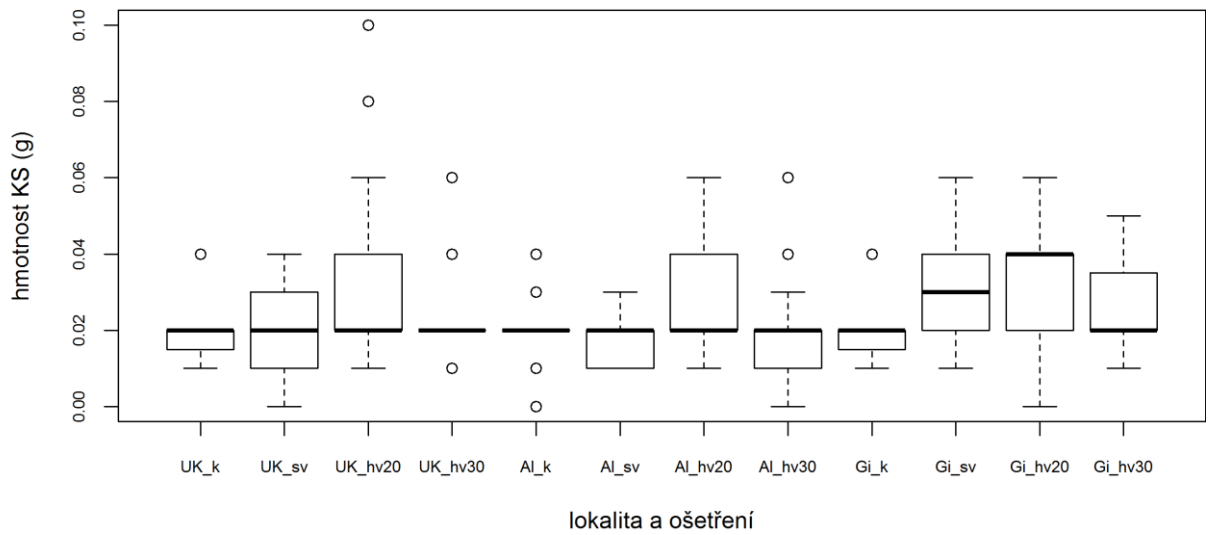
U lokality Alaba jsou hodnoty vyrovnané, statisticky významný rozdíl byl nalezen pouze u hmotnosti celých jedinců při ošetření studenou vodou. U ošetření horkou vodou 20 minut je průměrná hodnota ještě vyšší, ale statisticky významný rozdíl nebyl nalezen díky vyššímu rozptylu hodnot. I u této provenience tedy nebyl prokázán kladný vliv na zkoumané parametry.

Jak je vidět z tabulky č. 2, jedná se vždy o oddíl ošetřovaný horkou vodou po dobu 20 minut. Tento fakt může být dán genetickou odlišností této provenience od ostatních, kdy je doba 20 minut ideální pro narušení vnějšího obalu semena a ideální vývin semenáčku, a tím i vyšší nárůst biomasy. Při delším trvání (30 min.) se hodnoty vrací na úroveň neošetřeného osiva. To ale vyvrací analýza krabicových grafů, kde lze vždy v těchto případech pozorovat několik extrémních hodnot, které vytvořily statisticky významný rozdíl. Pokud vyloučíme chybu při získávání dat, lze říci že jde pouze o několik vysoce nadprůměrných jedinců.

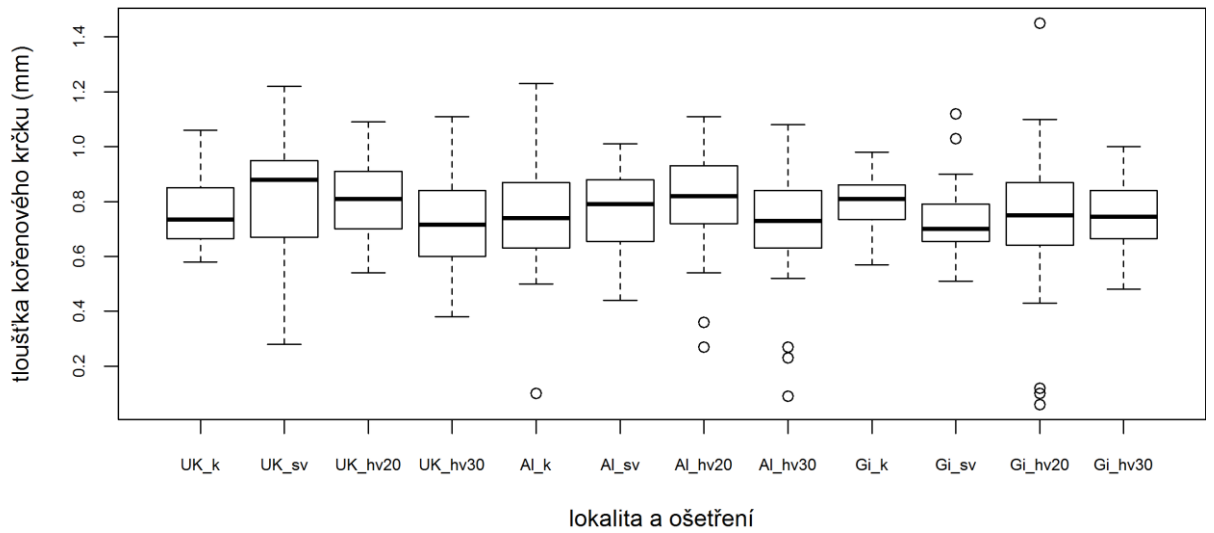




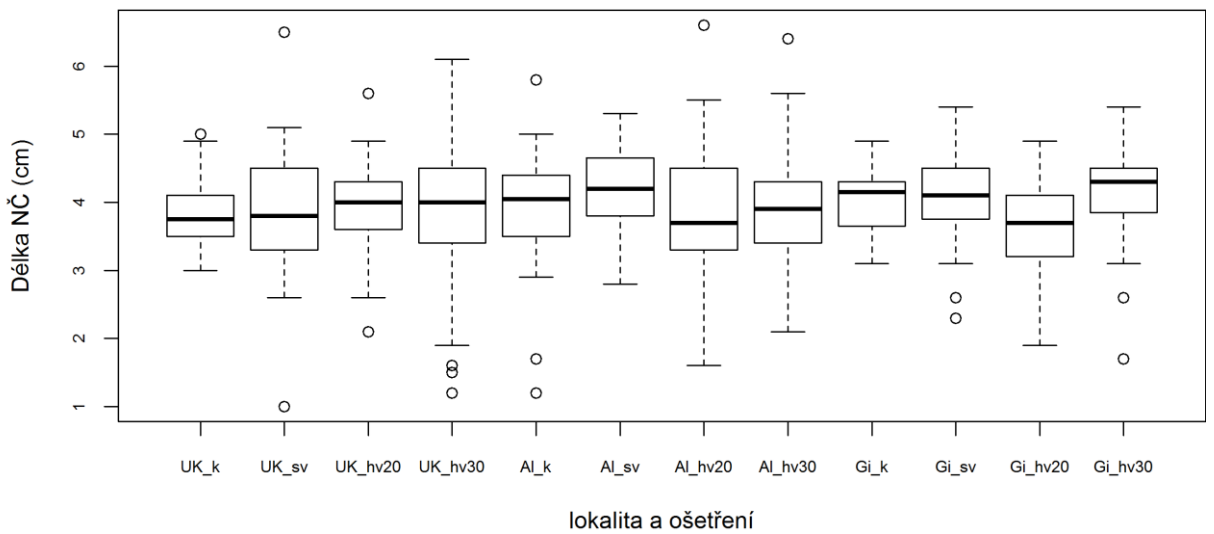
Obr. 7 Krabicové grafy pro hmotnost celých jedinců dle provenience a způsobu ošetření



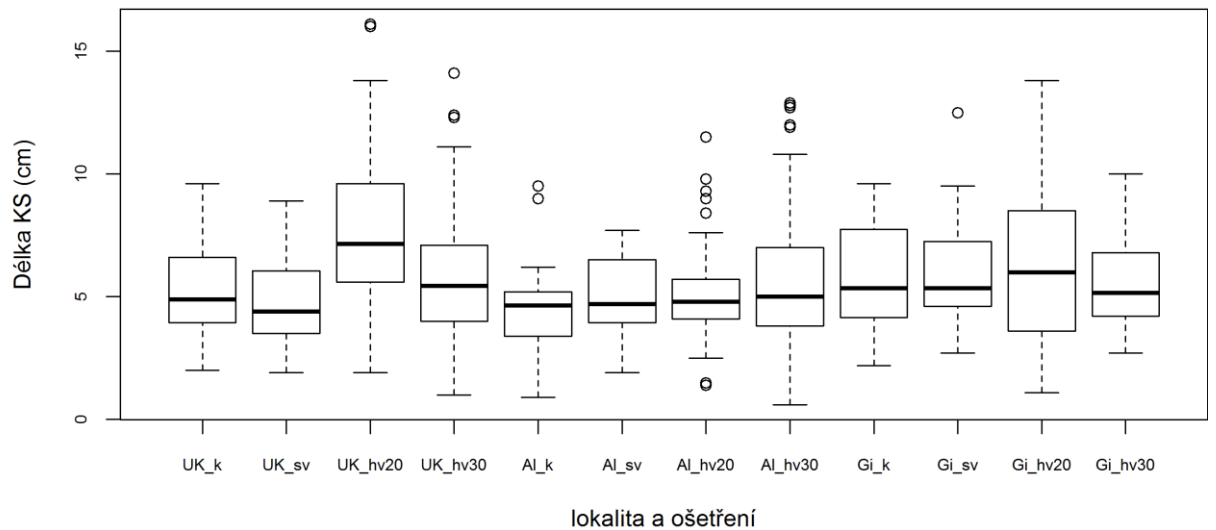
Obr. 8 Krabicové grafy pro hmotnost kořenového systému dle provenience a způsobu ošetření



Obr. 9 Krabicové grafy pro tloušťku kořenového krčku dle provenience a způsobu ošetření



Obr. 10 Krabicové grafy pro délku nadzemí části dle provenience a způsobu ošetření



Obr. 11 Krabicové grafy pro délku kořenového systému dle provenience a způsobu ošetření

Významné zlepšení parametrů bylo zjištěno jen v několika málo případech, proto lze říci, že na mnou sledované parametry nemá předosevní příprava osiva významný vliv. I když na parametry již vyklíčených rostlin nemá předosevní příprava zásadní vliv, opačná situace se dá předpokládat u neméně důležitých parametrů, klíčivosti a rovnoměrnosti vzcházení, které mohou zásadně ovlivnit úspěšnost prováděných opatření. K použití k přímým výsevům bych proto navrhnul osivo z lokality Umbulo Kajima. Pokud by se v rámci jiných pokusů prokázal kladný vliv na klíčivost nebo rovnoměrnost vzcházení, bylo by vhodné uvažovat i o použití některé z metod předosevní přípravy semen.

## 7. Závěr

Cílem této práce bylo v rešeršní části shrnout dostupné informace o využití druhu *Dodonaea angustifolia* a o protierozních opatřeních provedených během působení MENDELU v okolí jezera Awassa.

Svahy v okolí jezera Awassa jsou výrazně poznamenány lidskou činností s výraznou erozí a degradací půdy a návrat k původnímu stavu si lze jen těžko představit. Proto jsou významná opatření prováděná v rámci rozvojové spolupráce, díky kterým se daří zhoršování situace zastavit. Všechna opatření plní svoji funkci a je patrné zlepšení na plochách kde byla vybudována. Na těchto plochách je také patrný vyšší výskyt sukcese, pokud se vyloučí nadměrné vypásání dobyt看kem. Proto je důležité kromě technických opatření také budovat u místních obyvatel povědomí o ochraně půdy, na kterých záleží dlouhodobá udržitelnost výsledků projektu.

Jedním z používaných opatření je i přímý výsev rychlerostoucích druhů na obnaženou půdu. Jako nejvhodnější druhy byly vybrány *Cajanus cajan*, *Pennisetum purpureum* a *Dodonaea angustifolia*. Tato práce se zabývala posledním jmenovaným druhem. *Dodonaea* byla vybrána kromě svých růstových schopností mimo jiné i pro svou širokou škálu využití místním obyvatelstvem, jak je uvedeno výše.

Cílem praktické části práce bylo zjistit, zda má předosevní příprava osiva vliv na kvantitativní znaky semenáčků z takto ošetřeného osiva a na základě parametrů navrhnout nejvhodnější provenienci a způsob ošetření pro přímý výsev. Vliv provenience a předosevní přípravy na nárůst biomasy semenáčků se neprokázal. Ovlivněna mohla být klíčivost, ta ovšem nebyla předmětem této práce. Pro síji v dané lokalitě bych proto navrhnul použít osivo z lokality Umbulo Kajima, která je právě v povodí jezera Awassa a mělo by být proto nejlépe adaptováno na místní podmínky.

## **8. Summary**

Object of this thesis was to summarize the available information about uses of *Dodonaea angustifolia* and the anti-erosion measures made during projects of MENDELU around Lake Awassa.

The hillsides around Lake Awassa are highly influenced by human activities with great erosion and degradation of the soil and it's hard to imagine return to original state. That's why measures made during development cooperation are very important, thanks to them it's possible to stop degradation. All measures are fulfilling their function, and improvements are evident in the areas where they were built. These areas also show higher occurrence of succession if overgrazing is prohibited. That is why it is important, in addition to technical measures, to build knowledge between locals about conservation of soil on which depends sustainability of the project results.

One of used measures used is direct sowing of fast-growing species on exposed soil. As most suitable species were chosen *Cajanus cajan*, *Pennisetum purpureum* and *Dodonaea angustifolia*. This thesis is focused species. In addition to its growth capabilities, *Dodonaea* has been selected, among other things, for its wide-scale use by the local population as mentioned above.

The object of the practical part was to find out if pre-seed seed preparation has an influence on the quantitative parameters of seedlings from the treated seed, and based on the parameters propose the most suitable provenance and treatment method for direct sowing. The impact of provenance and pre-seed preparation on the growth of seedlings biomass has not been proven. The germination could have been affected, but it was not the subject of this work. So I would suggest using seeds from Umbulo Kajima, which is closest to Lake Awassa, and should be best suited to local conditions.

## 9. Seznam literatury

BEIN, E., Habte, B., Jaber, A., Birnie, A. and Tengnas, B. *Useful trees and shrubs in Eritrea: identification, propagation, and management for agricultural and pastoral communities*. Nairobi: Regional Soil Conservation Unit, RSCU/SIDA, 1996. Technical handbook (Nairobi, Kenya), no. 12. ISBN 9966-896-24-4.

BEWLEY, J, Michael BLACK a Peter HALMER. *The encyclopedia of seeds: science, technology and uses*. Cambridge, MA: CABI, c2006. ISBN 9780851997230.

DHARANI, Najma. *Field guide to common trees & shrubs of East Africa*. Cape Town: Struik, 2002. ISBN 1868726401.

Doran J., Turnbull J. *Australian Trees and Shrubs: species for land rehabilitation and farm planting in the tropics*. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra, 1997 ISBN 1 86320 127 0

FRIIS, Ib. *Forests and forest trees of northeast tropical Africa: their natural habitats and distribution patterns in Ethiopia, Djibouti and Somalia*. London: Her majesty's stationery office, 1992. ISBN 978-0-11-250005-6.

HALL, K C. *Manual on Nursery Practices*. Kingston, Jamaica: Forestry Department, 2003

KRIEGLEROVÁ, Tereza. *Rehabilitace degradovaných půd lesnickými opatřeními, případová studie Awassa Zuria Woreda z jižní Etiopie*. Brno, 2012. Diplomová práce. MENDELU.

MAUER, O. A KOLEKTIV, 2011. *Zakládání lesů II*. Učební text. Mendelova univerzita v Brně

Mehretu, A.. Ethiopia. *Encyclopædia Britannica* [online]. 2016 [cit. 2016-03-03]. Dostupné z: <http://www.britannica.com/place/Ethiopia>

ORWA et al. 2009a. *Dodonaea angustifolia: Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0* [online]. [cit.]. Dostupné z: <[http://www.worldagroforestry.org/treedb/AFTPDFS/Dodonaea\\_angustifolia.PDF](http://www.worldagroforestry.org/treedb/AFTPDFS/Dodonaea_angustifolia.PDF)>

PAVLIŠ, Jindřich, NĚMEC, Petr a NOVÁK, Jaromír, 2013. Roční zpráva o realizaci projektu ZRS: Trvale udržitelné hospodaření s půdními, lesními a vodními zdroji jako pilotní model pro rozvoj komunit jižní Etiopie. Brno: Mendelova univerzita v Brně.

PEARMAN, G. *Dodonaea viscosa* [online]. Wageningen: PROTA, 2002 [cit. 2017-01-10]. Dostupné z: [http://database.prota.org/PROTAhtml/Dodonaea%20viscosa\\_En.htm](http://database.prota.org/PROTAhtml/Dodonaea%20viscosa_En.htm)

PHILLIPS, Matt, Jean-Bernard Carillet. *Ethiopia & Eritrea*. 3rd ed. Footscray, Vic: Lonely Planet, 2006. ISBN 9781741044362.

Pohjonen, V. 1989. *Establishment of fuel wood plantations in Ethiopia*. Silva Carelica 14:

SELVAM, V. *Trees and shrubs of the Maldives.*, Maldives: Ministry of Fisheries, Agriculture, and Marine Resources, 2007. ISBN 9789747946949.

SJOHOLM, Hakan. *Guidelines for Development agents on Community forestry in Ethiopia*. Ministry of Agriculture, Ethiopia: Community Forests and Soil Conservation Development Department, 1989.

TEFERA, B., AYELE, G., ATNAFE, Y., JABBAR, M. A., DUBALE, J., USAID 2005. *Ethiopia Southern Nations, Nationalities and Peoples Region (SNNPR) Overview of Livelihood Profiles*.

TESFAYE, Bekele. Plant Population Dynamics of *Dodonaea angustifolia* and *Olea europaea* ssp. *cuspidata* in Dry Afromontane Forests of Ethiopia. Uppsala, 2000. ISBN 91-554-4781-3. Disertační práce. Acta Universitatis Upsaliensis.

[1] Souhrnná teritoriální informace Etiopie. In: BusinessInfo.cz [online]. Addis Abeba: Zastupitelský úřad ČR v Addis Abebě, 2016 [cit. 2016-03-15]. Dostupné z: <http://services.czechtrade.cz/pdf/sti/etiopie-2016-01-01.pdf>

[2] The World Factbook, Ethiopia. In: Cia.gov [cit. 2016-03-15]. Dostupné z: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/et.html>

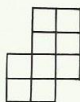
[3] Etiopie. *Tropicalforestry.cz* [online]. [cit. 2016-12-31]. Dostupné z: [http://fraxinus.mendelu.cz/tropicalforestry/ceske\\_lesnictvi\\_ve\\_svete/etiopie/](http://fraxinus.mendelu.cz/tropicalforestry/ceske_lesnictvi_ve_svete/etiopie/)

[4] *Dodonaea viscosa* (hopbush). In: kew.org [online]. [cit. 2016-12-31]. Dostupné z: <http://www.kew.org/science-conservation/plants-fungi/dodonaea-viscosa-hopbush>

[5] Forestry Outlook Studies in Africa (FOSA) – Ethiopia [cit. 2017-02-20]. Dostupné z: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/004/AB582E/AB582E00.pdf>



## 10. Přílohy

Altitude in metres above sea level (masl)	More than 3700	<p><b>Legend:</b>  A: Main crops  C: Traditional conservation  S: Soils on slopes  T: Natural trees</p>		<p><b>HIGH WURCH</b>  (No community forestry)  A: None (frost limit)  C: None  S: Black soils, little disturbed  T: Mountain grassland</p>
	3700 to 3200	<p><b>MOIST WURCH</b>  (See page 100)  A: Only barley, 1 cropping season per year  C: Drainage rare  S: Black soils, degraded  T: Erica, Hypericum</p>	<p><b>WET WURCH</b>  (See page 98)  A: Only barley, 2 cropping seasons per year  C: Widespread drainage ditches  S: Black soils, highly degraded  T: Erica, Hypericum</p>	
	3200 to 2300	<p><b>MOIST DEGA</b>  (See page 104)  A: Barley, wheat and pulses, 1 cropping season per year  C: Some trad. terracing  S: Brown clay soils  T: Juniperus, Hagenia, Podocarpus</p>	<p><b>WET DEGA</b> (See page 102)  A: Barley, wheat, nug, pulses, 2 cropping seasons per year  C: Drainage ditches widespread  S: Dark brown clay soils  T: Juniperus, Hagenia, Podocarpus, Bamboo</p>	
	2300 to 1500	<p><b>DRY WEYNA DEGA</b>  (See page 110)  A: Wheat tef, rarely maize  C: Terracing widespread  S: Light brown to yellow soils  T: Acacia trees</p>	<p><b>MOIST WEYNA DEGA</b>  (See page 108)  A: Maize, sorghum, tef inset rare, wheat, nug, dagussa, barley  C: Trad. terracing  S: Red-brown soils  T: Acacia, Cordia, Ficus</p>	<p><b>WET WEYNA DEGA</b>  (See page 106)  A: Tef, maize, inset in W parts, nug, barley  C: Drainage widespread  S: Red clay soils, deeply weathered, gullies frequent  T: Many varieties, Ficus, Cordia, Acacia, Bamboo</p>
	1500 to 500	<p><b>DRY KOLLA</b>  (See page 114)  A: Sorghum rare, tef  C: Water retention terraces  S: Yellow sandy soils  T: Acacia bushes and trees</p>	<p><b>MOIST KOLLA</b>  (See page 112)  A: Sorghum, rarely tef, nug, dagussa, groundnut  C: Terracing widespread  S: Yellow silty soils  T: Acacia, Erythrina, Cordia, Ficus</p>	
	Below 500	<p><b>BERHA</b>  (No community forestry)  A: None except irrigation areas  C: None  S: Yellow sandy soils  T: Acacia bushes</p>	<p>Note: Later in the book this figure will be repeated in such small form:</p> 	
	Less than 900	900 to 1400	More than 1400	
	Annual Rainfall (millimetres)			

Obr. 12 – Schéma agroklimatických zón Etiopie (Sjoholm, 1989)

Tabulka 6 – výsledky Tukeyho metody pro délku KS

<b>Provenience</b>	<b>Porovnávané skupiny</b>		<b>Odhad rozdílu středních hodnot mezi skupinami</b>	<b>Výsledek testu</b>
Alaba	Kontrolní	St. voda 24 h	-0,3945	1
Alaba	Kontrolní	Horká v. 20 min.	-0,4694	0,9996
Alaba	Kontrolní	Horká v. 30 min.	-0,8434	0,9235
Gibie	Kontrolní	St. voda 24 h	-0,2425	1
Gibie	Kontrolní	Horká v. 20 min.	-0,3919	1
Gibie	Kontrolní	Horká v. 30 min.	0,21	1
Umbulo Kajima	Kontrolní	St. voda 24 h	0,6444	0,9992
Umbulo Kajima	Kontrolní	Horká v. 20 min.	-2,2735	0,0057
Umbulo Kajima	Kontrolní	Horká v. 30 min.	-0,4174	0,9999

Tabulka 7 – výsledky Tukeyho metody pro délku nadzemní části

<b>Provenience</b>	<b>Porovnávané skupiny</b>		<b>Odhad rozdílu středních hodnot mezi skupinami</b>	<b>Výsledek testu</b>
Alaba	Kontrolní	St. voda 24 h	-0,3099	0,9712
Alaba	Kontrolní	Horká v. 20 min.	0,0659	1
Alaba	Kontrolní	Horká v. 30 min.	0,0431	1
Gibie	Kontrolní	St. voda 24 h	-0,1	1
Gibie	Kontrolní	Horká v. 20 min.	0,385	0,8062
Gibie	Kontrolní	Horká v. 30 min.	0,1367	1
Umbulo Kajima	Kontrolní	St. voda 24 h	-0,0154	1
Umbulo Kajima	Kontrolní	Horká v. 20 min.	-0,945	1
Umbulo Kajima	Kontrolní	Horká v. 30 min.	-0,0614	1

Tabulka 8 – výsledky Tukeyho metody pro Tloušťku kořenového krčku

<b>Provenience</b>	<b>Porovnávané skupiny</b>		<b>Odhad rozdílu středních hodnot mezi skupinami</b>	<b>Výsledek testu</b>
Alaba	Kontrolní	St. voda 24 h	0,0077	1
Alaba	Kontrolní	Horká v. 20 min.	-0,0458	0,9894
Alaba	Kontrolní	Horká v. 30 min.	0,0364	0,9989
Gibie	Kontrolní	St. voda 24 h	0,064	0,9817
Gibie	Kontrolní	Horká v. 20 min.	0,0494	0,9965
Gibie	Kontrolní	Horká v. 30 min.	0,0405	0,9995
Umbulo Kajima	Kontrolní	St. voda 24 h	-0,0547	0,9944
Umbulo Kajima	Kontrolní	Horká v. 20 min.	-0,0435	0,9949
Umbulo Kajima	Kontrolní	Horká v. 30 min.	0,0571	0,9655

Tabulka 9 – výsledky Tukeyho metody pro hmotnost celých rostlin

<b>Provenience</b>	<b>Porovnávané skupiny</b>		<b>Odhad rozdílu středních hodnot mezi skupinami</b>	<b>Výsledek testu</b>
Alaba	Kontrolní	St. voda 24 h	-0,0385	0,0086
Alaba	Kontrolní	Horká v. 20 min.	-0,0537	0
Alaba	Kontrolní	Horká v. 30 min.	-0,0219	0,1161
Gibie	Kontrolní	St. voda 24 h	-0,0062	1
Gibie	Kontrolní	Horká v. 20 min.	-0,0017	1
Gibie	Kontrolní	Horká v. 30 min.	-0,0027	1
Umbulo Kajima	Kontrolní	St. voda 24 h	0,0005	1
Umbulo Kajima	Kontrolní	Horká v. 20 min.	-0,0372	0,0002
Umbulo Kajima	Kontrolní	Horká v. 30 min.	-0,0019	1

Tabulka 10 – výsledky Tukeyho metody pro hmotnost KS

<b>Provenience</b>	<b>Porovnávané skupiny</b>		<b>Odhad rozdílu středních hodnot mezi skupinami</b>	<b>Výsledek testu</b>
Alaba	Kontrolní	St. voda 24 h	0,0008	1
Alaba	Kontrolní	Horká v. 20 min.	-0,008	0,1046
Alaba	Kontrolní	Horká v. 30 min.	0,0006	1
Gibie	Kontrolní	St. voda 24 h	-0,011	0,0694
Gibie	Kontrolní	Horká v. 20 min.	-0,0148	0,0005
Gibie	Kontrolní	Horká v. 30 min.	-0,0066	0,6968
Umbulo Kajima	Kontrolní	St. voda 24 h	-0,003	0,9994
Umbulo Kajima	Kontrolní	Horká v. 20 min.	-0,0123	0,0006
Umbulo Kajima	Kontrolní	Horká v. 30 min.	-0,0017	1