

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  
FAKULTA TEXTILNÍ**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**LIBEREC 2011**

**ZDEŇKA GREGUŠOVÁ**

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**  
**FAKULTA TEXTILNÍ**



Studijní program: B3107 Textil  
Studijní obor: 3107R007 Textilní marketing

**STUDIUM VLASTNOSTÍ BAMBUSOVÝCH VLÁKENA  
REGENEROVANÝCH CELULÓZOVÝCH VLÁKEN  
ZÍSKÁVANÝCH Z BAMBUSU**

**STUDY OF PROPERTIES OF BAMBOO FIBER AND  
REGENERATED CELLULOSE FIBERS DERIVED FROM  
BAMBOO**

Zdeňka Gregušová

KHT- 776

**Vedoucí bakalářské práce:** Ing. Jitka Nováková

**Rozsah práce:**

Počet stran textu ...58

Počet obrázků .....46

Počet tabulek .....30

Počet grafů.....21

Zadání bakalářské práce

(vložit originál)

# PROHLÁŠENÍ

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval (a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

V Liberci dne:

.....

Podpis

## PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě děkuji všem, kteří se nějakým způsobem podíleli na vypracování této bakalářské práce. Jmenovitě Ing. Vladimírovi Kovačičovi za možnost realizace tohoto tématu a pomoc v začátcích práce, dále Ing. Jitce Novákové vedoucí mé bakalářské práce a Ing. Vladimírovi Bajzíkovi Ph.D mému konzultantovi za cenné připomínky a pomoc při vypracování.

Dále děkuji firmě Frolen, Benet a VÚB a.s. Ústí nad Orlicí za poskytnuté vzorky. Především děkuji Ing. Vlastimilovi Duchovi, bývalému studentovi TUL a nyní majiteli firmy Frolen, za poskytnuté cenné rady, vzájemné obohacující diskuze o obsahu bakalářské práce a velkou ochotu pomoci. Dále paní Dagmarě Křest'anové zaměstnankyni firmy Benet za informace o výrobcích z bambusu.

Poděkování též patří laborantce paní Steklé za pomoc při experimentální části.

Na závěr bych ráda poděkovala celé své rodině, především mé matce Zdeňce Gregušové a otci Jozefu Gregušovi za umožnění studia a klidné bezstarostné zázemí, díky němuž jsem se mohla nerušeně soustředit na vyhotovování této bakalářské práce.

## **ANOTACE**

Účelem této bakalářské práce je seznámit čtenáře o bambusové rostlině a jejím využitím v textilním průmyslu. V první části je stručně charakterizována bambusová rostlina, použití a rozdíl mezi pojmem bambusová viskóza a bambusové vlákno. V závěru teoretické práce je informace o hospodářské soutěži týkající se klamavé reklamy. V experimentální části se navrhuje metody získávání vlákna ekologickým způsobem, stanovuje se výtěžnost metod a ověřují se vlastnosti regenerovaných celulóзовých vláken získávaných z bambusu a bambusových vláken měřením vybraných geometrických a mechanických vlastností.

Jako srovnávací materiál bylo použito příze a vláken z viskózy a bavlny. V závěru celé práce je pak vyhodnocení.

### **KLÍČOVÁ SLOVA:**

Bambusová rostlina, bambusové vlákno, bambusová viskóza, geometrické vlastnosti, hospodářská soutěž, mechanické vlastnosti, výtěžnost, získávání vláken

## **ANNOTATION**

The purpose of this thesis is to introduce the bamboo plant and its use in the textile industry. The first part briefly characterized bamboo plant, and uses the difference between the concept of bamboo and bamboo viscose fiber. In conclusion, the theoretical work is about competition on misleading advertising. In the experimental part of the proposed method of obtaining the organic fibers in a way determined the yield of methods and verify the properties of regenerated cellulose fibers derived from bamboo and bamboo fibers measuring selected geometrical and mechanical properties.

As a reference material was used yarn and viscose fibers and cotton. At the end of the whole work is then evaluated.

### **KEY WORDS:**

Bamboo plant, bamboo fiber, bamboo viscose, geometric properties, competition, mechanical properties, recovery, retrieval fibers

## Obsah

Seznam použitých zkratk	8
Úvod	9
I. TEORETICKÁ ČÁST	10
1. Charakteristika bambusové rostliny	10
1.1. Bambusová rostlina	10
1.2. Původ a historie bambusů	12
1.3. Sklizeň bambusů a bambusové plantáže	13
1.4. Použití bambusu	14
1.4.1. Bambusové využití v lékařství	15
1.5. Ekologie a bambusová rostlina	16
1.5.1. Obnovitelný zdroj materiálu	16
1.5.2. Snadné pěstování šetrné k přírodě	16
1.5.3. Významný přírodní činitel	17
2. Bambusová vlákna, regenerovaná celulózová vlákna získávaná z bambusu	17
2.1. Suroviny pro výrobu celulosy	17
2.2. Struktura bambusového vlákna	18
2.3. Složení bambusového vlákna	20
2.4. Polymerační stupeň celulosových vláken	22
3. Získávání bambusového vlákna, bambusové viskózy	22
3.1. Mechanický (původní) způsob získávání bambusového vlákna	23
3.1.1. Společnost LITRAX GmbH	23
3.2. Chemický způsob výroby	25
3.3. Rozdíl mezi bambusovým vláknem a bambusovou viskózou	26
4. Marketing X bambusové bio vlákno X bambusová viskóza	27
4.2. Potvrzení či vyvrácení hypotéz?	27
4.1. Hospodářská soutěž a vládní akce	28
4.2. Trh v současnosti	28
II. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	29
5. Získávání přírodních vláken z bambusu ekologickým mechanickým způsobem	30
5.1. Popis zkoumané bambusové rostliny	30
5.2. Proces získávání bambusového vlákna mechanickým způsobem	31
5.2.1. Příprava vzorků pro další zpracování – sušení, rosení, máčení	32
5.2.2. První navržená metoda získávání bambusového vlákna - bez vaření, bez sušení v sušičce	33

5.2.3. Druhá navržená metoda získávání bambusového vlákna – s vařením, se sušením v sušičce.....	33
5.3. Zjišťované vlastnosti získaných vláken.....	33
5.3.1 Výtěžnost získávání vláken .....	34
5.3.2. Délka bambusových vláken získaných vzorků.....	34
5.3.3. Pevnost bambusových vláken obalené dřevinou .....	35
5.3.4. Rastrovací elektronová mikroskopie – snímky REM.....	36
6. Měření vybraných vlastností regenerovaných celulóзовých vláken získávaných z bambusu .....	38
6.1. Popis vzorků .....	38
6.2. Délka vláken .....	38
6.3. Rastrová elektronová mikroskopie regenerovaných vláken bambusu z pramene ....	39
6.4. Pevnost vláken z bambusové viskózy a s ní související parametry.....	39
6.4.1. Měřicí přístroj .....	39
6.4.2. Průběh měření.....	40
6.4.3. Naměřené hodnoty suchého vlákna bambusové viskózy .....	40
6.4.4. Naměřené hodnoty vlhkého vlákna bambusové viskózy .....	41
6.4.5. Tažnost bambusového vlákna.....	41
6.4.6. Tahové a průměrné křivky vzorků vláken.....	42
6.4.7. Histogramy četností jemnosti a pevnosti vláken z bambusové viskózy.....	43
7. Měření vybraných vlastností přízí z regenerovaných celulóзовých vláken získávaných z bambusu .....	44
7.1. Popis vzorků .....	44
7.2. Rastrová elektronová mikroskopie příze .....	44
7.3. Jemnosti a zákruty, vzlínavost přízí .....	45
7.4. Pevnosti přízí za sucha a za vlhka .....	46
7.4.1. Výsledky pevnosti a pružnosti přízí .....	47
8. Vyhodnocení a diskuze výsledků práce.....	49
8.1. Získávání bambusového vlákna a výtěžnost metod .....	49
8.1.1. Grafická znázornění hmotnosti částí stébla, výtěžnosti.....	51
8.2. Srovnání vybraných vlastností získaných bio bambusových vláken, bambusové viskózy.....	52
8.2.1. Grafické znázornění některých vybraných vlastností.....	53
8.3. Srovnání vybraných vlastností na přízích z bambusové viskózy .....	53
8.4. Marketingové hledisko, ekonomické hledisko .....	54
Závěr.....	55
Použité zdroje .....	56



## Seznam použitých zkratek

VS – BMB	- viskózová příze vyrobená z bambusu
REM	- rastrovací elektronový mikroskop
FTC	- Federal Tradl Commission – Spolková obchodní
komise	

## Úvod

V Číně je bambus považován za přítele člověka, ve Vietnamu je jeho bratrem a v Indii je dřevem chudých. My, Středoevropané, dnes teprve začínáme poznávat mnohostrannost této zázračné trávy. V mnoha kulturách provází bambus člověka skutečně od kolébky až do hrobu. Pupeční šňůra novorozence se odděluje nožem z bambusu. Děťátko spokojeně spí v kolébce z bambusu. Střecha, ale často i celý dům je z bambusu. Nástroje a nářadí z bambusu pomáhají při obdělávání z pole. Svůj dobytek krmí zeleným bambusem, sami jedí bambusové výhonky. Okrasné bambusy zdobí jejich zahrady. Když život skončí, odnášejí člověka do hrobu na nosítkách z bambusu. Bambus má tisíc tváří. V současné době se z bambusu vyrábí i oděvy, které lidé nosí. [4]

Bambusová viskóza, též známá jako regenerovaný bambus, je regenerované celulózní vlákno, které se nedávno objevilo na trhu s textílem pro oděvní a bytové doplňky. Často se tento pojem plete s bio bambusovým vláknem. Vlákna se liší mimo jiné lepšími vlastnostmi a způsobem získávání. Toto je vlastně tématem bakalářské práce. Mnoho firem bylo pro klamné informace, uvedených v reklamách a na výrobcích, kde zaměňovaly tyto vlákna, sankcionováno. Regenerované celulózní vlákno získávané z bambusu bylo poprvé vyrobeno v roce 2002 v Číně v Hebei Jigao. Výrobky z regenerovaného bambusu jsou vhodné pro širokou škálu použití od domácností po hotely nebo ve formě jednorázových nemocničních potřeb. Spotřebitelé zaujmou svými vlastnostmi jako je savost, měkkost, lesk, antibakteriální schopnosti a mnoho dalšího.

Dnešní pokroková doba si žádá novinek a vylepšení i v textilním průmyslu. Rozvíjí se formy využívání volného času, odpočinku, outdoorové turistiky a dalších. Textilní průmysl se snaží vyrobit takový výrobek, který bude žádaný a uspokojí potřeby zákazníků. Mezi to patří např. nové technologie, úpravy, zdokonalování oděvu tak, aby byl lepší materiál i užité vlastnosti produktu. Mezi netradiční materiály dále patří sója, kukuřice, kokos, banán. K přednostem bambusových vláken patří zejména rychlý růst. Za ideálních klimatických podmínek bambusová rostlina roste až 1 m za den, což ho dělá ideálním obnovitelným zdrojem energie a surovin v 21. století. Přírodní bio bambusové

vlákno, je vyráběno ekologicky přátelským procesem. Díky tomu se materiál, který poslouží svému účelu může recyklovat.

Z předložené bakalářské práce by mělo vyplynout jaké užité vlastnosti bambusová rostlina má, čím se stává pro zákazníka zajímavým netradičním materiálem. Čtenář se seznámí s metodami používanými k získávání bambusového vlákna dříve a dnes. Dále se dozví, jaký je rozdíl mezi vláknem získaným mechanickým způsobem a chemickým způsobem. Také se bude moci podívat i na mikroskopické obrázky. Pro porovnání vlastností byla vybrána vlákna viskózová a bavlněná.

## I. TEORETICKÁ ČÁST

### 1. CHARAKTERISTIKA BAMBUSOVÉ ROSTLINY

#### 1.1. Bambusová rostlina

Bambusy patří k velké rodině trav, tedy k čeledi lipnicovitých (Poaceae gramineae). Jsou příbuzní s kukuřicí a našimi polními a lučními travinami. Tvoří samostatnou podčeď, která se označuje jako Bambusoideae. Jako jediné z trav se řadí mezi dřeviny.

Jsou to štíhlé nebo křovité trávy s dřevitými dutými, zato velmi pevnými a pružnými stvoly (tyčemi). Stébla různého tvaru, délky, tloušťky, barvy dřevnatí buď úplně, nebo pouze v dolní části. Ve srovnání s travinami jsou tedy bambusy dřevnaté a až na výjimky si zachovávají habitus a listoví po celou dobu vegetace a to i v období vegetačního klidu, jsou to tzv. stálozelené trávy.



Obrázek 1) Bambusový porost [1]

Rostou převážně v kompaktních a početných společenstvech, které mnohdy tvoří rozsáhlé lesy v tropických a subtropických oblastech Asie – Čína a Japonsko, Korej,

Filipíny, Afrika, Austrálie a na ostrovech v Tichém a Indickém oceánu. Existuje dokonce i několik druhů bambusu, které mají domovinu v Jižních Spojených státech, patří do rodu *Arundinaria*. Některé druhy jsou rozšířeny i v Himálaji, v nadmořské výšce 3 400 m n. m., a na úbočích And dokonce ve výšce 4 500 m n. m. Bambusy rostou hustě podél říčních břehů a v bažinatých oblastech. Odhaduje se na více než 100 rodů bambusů a v celém světě se nachází téměř 1100 druhů. Mnohé z nich jsou vysoké jen na šířku dlaně – v Japonsku se pěstují jako alternativa trávníku – zatímco jiné, tropické nejvyšší bambusy dosahují výšky téměř 40 m. Všechny druhy však dosáhnou plného vzrůstu během dvou měsíců. Nejtypičtějším znakem těchto obřích travin je závratné tempo jejich růstu. V průměru činí jejich čtyřicetihodinové přírůstky kolem 30 cm, a stvolý bambusu barmského (*Bambusa vulgaris*) se nezdá prodlužují až o jeden metr denně a ve zvlášť příhodných podmínkách, například během období dešťů, dosahují své konečné výšky již po čtyřiceti dnech od vyklíčení. Rekordmanem mezi obry je vietnamský bambus *Dendrocalamus giganteus*, který dokáže vyrůst i o 2 metry za den. Přitom je údajně tento růst slyšitelný jako šustot, někdy i praskot. V první fázi růstu, kdy rostlina prorůstá z půdy nad její povrch, se prodlouží za minutu o 1 mm (tj. 6 cm za hodinu). Pro srovnání – výhonky stromů u nás obvykle vyrůstají přibližně pouze jeden měsíc, a to rychlostí asi 0,6 mm za den. Průměr stébla se pohybuje od 1 cm do 30 cm i více.

Hlavní strukturální částí bambusových rostlin je podzemní rhizomový systém, který má očka (pupeny) a kořeny. Nadzemní částí jsou stébla (tyče), které nesou větve a listy. Maximální průměr stébla je stejná jako maximální průměr pupenu. Rhizomový systém je vlastně soustava podzemních uzlů a meziuzlů, které svou elasticitou a pevností upevňují a vyživují rostlinu. Jejich velikost a kvalita silně ovlivňují nadzemní část rostliny. Například mladá rostlina má malé tenké rizomy a v důsledku toho vyvíjí slabé tyče. Stejně tak i rostlina, která je díky nepříznivým podmínkám zejména stanovištním a klimatickým vystavena stresům, které vedou k úbytku energie, tvoří slabší nadzemní stébla. Má-li rostlina dobré podmínky k životu, začne se časem zvětšovat plocha kořenů, které přijímají více vody a živin, a to má za následek růst větších rhizomů a pletenců, což se odráží v kvalitě nadzemních částí zejména v šířce a délce tyčoviny. Rhizomy se používají k vegetativnímu množení bambusů. Každá jejich znovu vysazená populace je stejného stáří. Tuto skutečnost si mnohé rody „uchovávají v paměti“ a když přijde jejich čas, vykvétají současně, ať vyrůstají kdekoli na naší planetě. Po dozrání semen vykvétou a vytvoří plody (obilky, peckovici, bobule) poté zase hromadně vyčerpáním odumřou.

Tento jev se odborně označuje jako hapaxantie nebo monokarpie. Dosud se vědcům nepodařilo zjistit, proč tyto rostliny tak zřídka kvetou - indický bambus rákosovitý (*Bambusa arundinacea*) teprve po 32 letech a druh *Phyllostachys puberata* až ve věku 60, či dokonce 120 let života. Někteří vědci se domnívají, že rozkvétání těchto rostlin má souvislost se zvýšenou intenzitou působení slunečních skvrn. V každém případě však byla v Číně a Japonsku již od roku 292 př. n. l. období květu bambusů pečlivě zaznamenávána, což jenom potvrzuje, že tyto rostliny byly předmětem zájmu již dávno v minulosti. V tomto století byl zaznamenán největší hromadný úhyn v Japonsku, kde v letech 1969 a 1970 odumřeli dvě třetiny tamních bambusových porostů.

Stéblo bambusů má podobnou stavbu jako stéblo u nás rostoucích trav. Skládá se z různě dlouhých článků (internodií), spojených ztloustlými kolénky (nodii), z nichž vyrůstají listy. Listy mají obvykle tvar eliptické čepele. Když rostou na nežádoucím místě, např. jako škůdci rostlin, je velmi těžké je vymítit (kořenová bariéra). [4,5]

## 1.2. Původ a historie bambusů

Bambusy mají svůj původní výskyt na všech kontinentech zeměkoule kromě Antarktidy a velké části Evropy. V blízkosti francouzského Lyonu se nachází třetihorní zkameněliny, ze kterých lze usoudit, že bambusy se v této době nacházely i v této zeměpisné šířce. Během doby ledové však společně s mnoha dalšími rostlinami vymizely. Dnešní bambusy jsou tedy u nás nováčky. Některé druhy se k nám dostaly již před více než 200 lety, ale většina z nich byla dovezena do Evropy na začátku 20. století. Lovci rostlin je přivezli ze svých dobrodružných cest do Japonska a centrální Číny. Jméno bambus (anglicky bamboo), které dnes nejčastěji používáme, dal rostlině pravděpodobně Marco Polo. Ve svých zprávách z cest se zmiňuje o obří trávě a vypráví, že cestovatelé na svých výpravách večer vhazovali do ohně bambus, aby udrželi divoká zvířata v uctivé vzdálenosti. Žárem se vzduch v dutých stéblech mezi kolénky rozpínal a stvolý vybuchovaly s hlasitým – bam – bu! [4]

Asi největší přirozený výskyt bambusových rostlin je v Asii (Jižní Čína). Bambus byl pro jeho vynikající vlastnosti, kterými jsou zejména rychlost růstu, vysoká pevnost,

pružnost, lehkost značně oblíben. Postupně docházelo k jeho rozšiřování a záměrnému pěstování a šlechtění v celém světě. V odborných cizojazyčných literaturách je popsána a zařazena (nikoli vždy jednotně) značná skupina bambusových rodů a druhů, přičemž velká část jich dosud zařazena ani popsána nebyla vůbec, ba dokonce mnoho druhů nebylo dle názoru mnohých autorů zabývajících se touto problematikou vůbec objeveno.

První stopy o bambusech sahají až do doby před šesti a půl milionů let před naším letopočtem. Evidence DNA dokonce zaznamenává stáří zkamenělých rostlin asi na 26 milion let před naším letopočtem. Bambusy nejdříve rostly v divoké přírodě a posléze se začaly zejména v Asii pěstovat z důvodu svých užitkových vlastností. Postupem času se bambusy začaly vedle svých užitkových vlastností používat i v okrasných zahradách. Zmínky o používání těchto klenotů asijských zahrad spadají až do doby 2 000 let p.ř.n.l. Čínský symbolismus, náboženství, úcta k přírodě dal základ pro estetické používání těchto rostlin v zahradách. Pro Číňany je v symbolismu bambus velmi důležitý, neboť představuje přednosti jako je smích, skromnost a stáří. V Asijské historii identifikuje v širším smyslu i lidi, jejich životní cestu a srovnávání lidí s jeho vlastnostmi. Díky své stálozelenosti po celý rok je symbolem v umění, poezii a literatury čínského národa jako hodnota dlouhověkosti, síly, dobrého zdraví a vytrvalosti míru. Číňané věří, že má mystickou sílu a visí – li doma, budete chráněni před zlými duchy. Např. flétna vyrobená z bambusu je mocným talismanem, má přinášet štěstí a chránit od zlého. (převzato ze slovníku Feng Shui). V Indii to je symbol přátelství. [5]

### 1.3. Sklizeň bambusů a bambusové plantáže

Oblastí s nejčetnějším výskytem bambusových plantáží je jihovýchodní Asie. Barva a charakter záleží na odrůdě, ale také na oblasti, půdě, době sklizně a stáří bambusových stébel. Sklizeň bambusu může probíhat každých 3-5 let vzhledem k jeho vysoké rychlosti růstu. Obr. č.2) Řez stébla [2]



Stébla, která jsou více, jak pět let stará jsou silnější a trvanlivější používají se na konstrukce, 3-4 roky stará stébla jsou vhodná pro většinu aplikací. Stébla na výrobu tkanin se sklízí ve stáří 1 rok, kdy jsou vlákna nejkvalitnější. (Kleinhenz a Midmore 2001) Dřevo z měkkých stromů se zpracovává až za 25 let, mnohá tvrdá dřeva až za 50 let, bambus je považován za skvělou alternativu vzhledem k vyčerpání našich lesů. Bambus se

sklízí v různých věkových skupinách v souvislosti s požadavky na výroby. Při sklizni je nejlepší sekat přímo nad uzlem. (viz obrázek č. 2)

Bambus je velice významný pro ekonomiku. Roste rychle, brzy dospívá a dává vysoké výnosy. Mao Zhu (*Phyllostachys pubescent*) vyrůstá za 3 měsíce do výšky 20m a je připraven ke sklizni od 4 do 6 let. Výnos z hektaru může být až 30 tun za rok. Jeho růstová perioda je poloviční až dvoutřetinová ve srovnání s normálním dřevem což znamená, že výnos je až dvojnásobný. S bambusovými plantážemi se lze setkat téměř na všech kontinentech. Jednou z jeho hlavních výhod je totiž nenáročnost a jednoduchost pěstování a také mnohostranné využití od oblečení po kosmetické účely nebo elektroniku. Bambus je přátelský k životnímu prostředí také tím, že je pěstován bez použití pesticidů. Mezi nejznámější bambusové plantáže patří Koh Chang v Thajsku, Čínská společnost Asian Bamboo je celosvětový lídr v pěstování bambusů. Největší bambusová školka na světě není v Asii, ale v jihofrancouzském Anduze. Největším producentem je pak nejlidnatější země planety Čína. [6]

## 1.4. Použití bambusu

Po tisíce let slouží lidem přes tisíc druhů odrůd bambusu v oblastech od sebe vzdálených jako stavebnictví a medicína. Můžou za to jeho zázračné vlastnosti. Polovina lidstva denně využívá nějaký produkt z bambusu, některé národy jsou na něm doslova závislé. Zvláště ve východní a jihovýchodní Asii. Semena se jedí jako obilí, vařené mladé výhonky některých bambusů se konzumují jako zelenina, zvláště v čínské kuchyni. Syrové listy jsou vhodné krmivo pro zvířata, zejména pandy. Z listů se pletou rohože, z lýka se vyrábí kvalitní jemný papír, vyrábí se hudební nástroje, lodě, rybářské pruty, košíky, vázy, ale i kosmetické a drogistické zboží. Bambus je označován jako dřevo chudých a používá se pro podobné účely. Jeho zdřevnatělá stébla obsahují nejen celulózu a lignin, ale až 5 % kyseliny křemičité, která mu dodává velkou tvrdost. Tvrdost a pevnost blízká se oceli umožňuje jeho další mnohostranné použití (nože, mačety, parkety, lana, v dřívějších dobách hroty šípů. Bambusy v zahradách tvoří krásnou atmosféru např. u rybníků a jsou nezastupitelné u potřeby rychlého oplocení. Stébla jsou lehká a pevná a proto se s velkou oblibou používají například v Hongkongu na lešení při stavění mnohopatrových domů. Bambusové stéblo svou stavbou splňuje všechny požadavky na fyzikální vlastnosti

vynikajícího stavebního materiálu. Je kulaté, lehké, duté a rozdělené přepážkami, je také vodotěsné a snese značné namáhání. Významná je jeho odolnost a pružnost v oblastech s častými silnými větry či zemětřesením.

Mezi zajímavosti v použití patří výroba čínských zbraní, mučidel a jiných nástrojů ve středověku. Edison použil u svého základního patentu elektrické žárovky na uhlíkové vlákno zuhelnatělý bambus již v roce 1879. V textilním průmyslu má příze vyrobená z bambusové rostliny široké uplatnění. Bambusová viskóza se používá jako alternativní vlákenný materiál např. ve výrobě froté ručníků. Uplatňuje se v domácnostech, v hotelech, v nemocnicích a lázních např. při výrobě sportovního oblečení, pracovních oděvů, dětských plenek, ponožek, spodního prádla, ložního prádla, osušek, utěrek, záclon, potahů, županů...

#### **1.4.1. Bambusové využití v lékařství**

Kyselina křemičitá (takzvaný bambusový cukr) obsažená v bambusových stéblech je žádaným lékem na astma a kašel. Kořeny bambusu využívá tradiční čínská medicína jako léku proti rakovině. Bambus také pomáhá při kožních onemocněních. Příroda nám jednou za čas odhalí nějaké své tajemství, které nám může výrazně pomoci od nepříjemných kožních problémů. Jedno takové odhalili vědci, kdy se jim podařilo přeměnit tvrdý bambus na vlákno, ze kterého je možné vyrobit dokonale jemné oblečení. To ocení nejen sportovci, ale i lidé, které trápí atopický ekzém nebo vyrážky. Oblečení z bambusu překvapí komfortem a jemností materiálu, je hladké a pohodlné. Látka vyrobená z bambusu je na dotek jemná podobně jako hedvábí a na pokožku působí velmi příjemně. Oblečení má 3-4x větší savost než bavlna. Bambusové vlákno saje a odpařuje pot tak, že pokožku nevysouší, ale přebytek potu vždy spolehlivě odvede. Udržuje na pokožce přirozené prostředí. Oblečení se nelepí na pokožku ani v největších vedrech, nebo při náročném sportování. Bambus dýchá, zahřívá i chladí, bambusové vlákno zůstává díky své mikrostruktuře v horkém počasí o 2-3 C° chladnější než bavlna a naopak v chladnu příjemně zahřívá. Tyto termoregulační vlastnosti jsou porovnatelné se synteticky vyráběnými vlákny, ze kterých se vyrábí funkční prádlo pro sportovní užití. Stejná mikrostruktura vlákna zajišťuje také vysokou prodyšnost materiálu. Vlákna jsou přirozeně antibakteriální, antistatická. Na bambusových plantážích roste bambus na rozdíl od bavlny bez používání jakýkoliv pesticidů či umělých hnojiv, které následně dráždí pokožku.



Zřídka kdy je napaden škodlivým hmyzem či nemocemi. Složka bamboo kun má přirozené antibakteriální a bakteriostatické vlastnosti, které tuto rostlinu chrání před bakteriemi a plísněmi. Přítomnost bambusového vlákna dokáže zničit až 70% nežádoucích bakterií. Oblečení je tak vysoce rezistentní vůči zápachu i při dlouhodobém nošení. Tuto unikátní vlastnost má vlákno i po 50 vypráních. Bambusové vlákno je přírodní a ekologické. Při výrobě přírodního bambusového vlákna není použita žádná chemie a vlákno je získáno patentovanou technologií přímo z bambusu. Rostliny jsou pěstovány pouze na farmách a druh, ze kterého se vyrábí oblečení neslouží jako potrava pro pandy. Vlákno je 100% rozložitelné. Žádné oblečení zatím nedokáže léčit kožní problémy, ale můžeme si být jistí, že to bambusové je určitě nezpůsobí. Stejně tak nemůže nahradit léčivé masti, cvičení ani důležité potřeby k léčbě a péči o pokožku. Bambus ve formě textilního vlákna pomůže v boji proti ekzémům, alergiím nebo vyrážkám tím, že vytvoří přirozené prostředí na pokožce a zklidní ji. [7]

## **1.5. Ekologie a bambusová rostlina**

### **1.5.1. Obnovitelný zdroj materiálu**

Bambus patří mezi stálezelené dřevnaté rostliny a z botanického hlediska je zařazen do čeledi lipnicovitých, čili mezi trávy. Tento původ dává bambusu výborné regenerační a růstové vlastnosti. Díky své struktuře jsou některé druhy těchto rostlin schopny vyrůst během jednoho dne až o několik desítek centimetrů.

Navíc, oproti tradičním lesním porostům, jejichž optimální stáří pro využití se pohybuje mezi 25-70 lety, se bambus dá využít přibližně po 3-5 letech, kdy dochází ke zdřevnatění jinak měkkých stonků. Rozdílem, který ještě výrazněji mluví ve prospěch bambusu je ovšem jeho schopnost opětovného růstu bez potřeby dalšího vysazování, jak je tomu naopak potřeba u klasických dřevin. Vzhledem k jeho výjimečné vlastnosti a mnohostrannému využití se tedy stává stále zajímavějším materiálem pro pěstování.

### **1.5.2. Snadné pěstování šetrné k přírodě**

Při pěstování se nepoužívají žádné pesticidy, umělá hnojiva ani toxické látky. Díky přírodní látce „bamboo kun“, v kombinaci se speciální strukturou vláken, získává bambus přirozeně antibakteriální a bakteriostatické vlastnosti, za jejichž pomoci se dokáže

vypořádat s bakteriemi a plísněmi bez chemického ošetření. Tyto vlastnosti si udržuje i po zpracování, takže oblečení z bambusových vláken neobsahuje škodliviny a je velice vhodné pro osoby alergické nebo náchylné k mykózám.

### **1.5.3. Významný přírodní činitel**

Bambus je také významným půdním a vodním činitelem. Díky svým rozsáhlým a hustým kořenovým svazkům pomáhá zpevňovat půdu, čímž se významně podílí na snižování její erozivity. Zároveň také pomáhá zamezovat nadměrné kontaminaci půdy dusíkatými látkami.

Jelikož jsou bambusové rostliny schopny ve svých stoncích zadržovat velký objem vody, dokážou tak regulovat její množství v podzemí. Tato vlastnosti je velmi užitečná zejména v případě nadměrných srážek. Stejně jako u půdy, tak i u vody dokáže bambus přirozeně snížit obsah dusíkatých látek v ní obsažených.

Pravděpodobně nejvýznamnější vliv však mají bambusy na čistotu ovzduší. Tyto rostliny na sebe velmi účinně váží oxid uhličitý, díky čemuž jsou považovány za jedny z nejvhodnějších pro omezení skleníkových efektů. Podle vědeckých výzkumů jsou bambusové rostliny schopny pojmout až 5x více skleníkových plynů a vyprodukovat o více než 35% více kyslíku než klasické lesní porosty. Bambus je nejen výborná surovina s mnohostranným použitím, ale také zdroj potravy pro chráněné živočichy a jejich domovinou. V současnosti je evidováno několik tisíc druhů bambusů, avšak pro potřeby textilního průmyslu se využívají pouze ty druhy, které nejsou součástí potravy ohroženého druhu pandy velké. [8]

## **2. BAMBUSOVÁ VLÁKNA, REGENEROVANÁ CELULOZOVÁ VLÁKNA ZÍSKÁVANÁ Z BAMBUSU**

### **2.1. Suroviny pro výrobu celulosy**

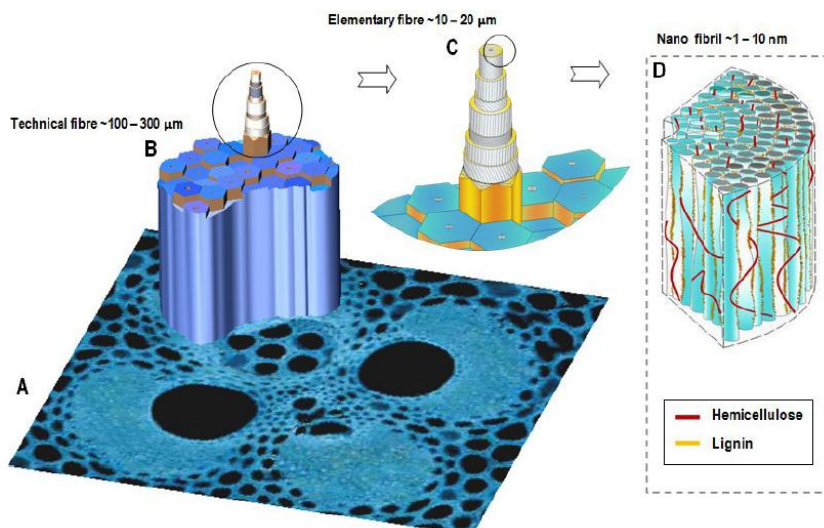
Celulosa je sloučenina v rostlinném světě nejvíce rozšířená. Tvoří součást zdřevnatělých rostlinných buněčných stěn a je tak podstatnou složkou rostlinných vláken. Vyskytuje se v jednoletých a víceletých rostlinách, ve dřevě, ale nikde není přítomna v čistém stavu. Vedle celulosy jsou přítomny i jiné komponenty, jiné polysacharidy, lignin, tuky, pryskyřice, bílkoviny, vosky, popel, pektinové látky, pentosany, a minerální látky.

Obsah jednotlivých komponent je v různých rostlinných materiálech různý a závisí na jejich původu, na půdních a klimatických podmínkách, době růstu, období sklizně, zralosti atd. Bylo by neekonomické vyrábět celulosu z rostlinného materiálu, který může sloužit přímo jako vláknitý materiál pro textilní účely, tedy např. z bavlny, lnu, konopí nebo ramie. Nejdůležitějším rostlinným materiálem na výrobu celulózy jsou bavlněné výčesky (lintry), dřevo a někdy také vlákna a stonky určitých rostlin. Lintry jsou krátká nespřadatelná vlákna.

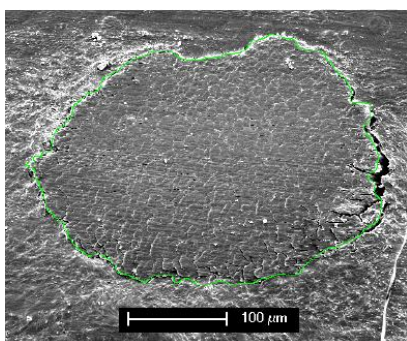
V poslední době význam lintrů poklesl, hlavně proto, že při důkladnějším odzrnění bavlníku vznikají lintry horší jakosti, ale také proto, že se dnes vyrábí bez zvláštních potíží vysoce zušlechťená celulóza ze dřeva. Hlavní surovinou pro výrobu celulosy sloužící k přípravě chemických vláken je dřevo, a to dřevo z kmenů stromů. Dříve se pro vláknařské účely používalo výhradně dřevo z jehličnanů, ale se stoupající potřebou celulosy i pro jiná odvětví chemického průmyslu a se zřetelem k tomu, že v řadě zemí se podobně jako u nás hojněji vyskytují listnaté stromy, bylo nutno přikročit ke zpracování dřeva listnáčů (buku). Celulosa z bagasy, získávaná vyloužením cukru z cukrové třtiny, a z rákosy se zatím pro výrobu chemických vláken nevyužívá. Účelné se jeví rozšiřovat surovinovou základnu pro výrobu celulosy využíváním rychle rostoucích stromů. Nejlepších výsledků se dosáhlo u topolu a osiky. [1]

## **2.2. Struktura bambusového vlákna**

Technické bambusové vlákno se skládá z více jak 100 elementárních vláken. Elementární vlákna se skládají z několika vrstev, krystalizace celulózy - nanovlákna jsou v různých úhlech k podélné ose vlákna svázány s Hemi-celulosou a ligninem. Schematické znázornění složitosti bambusových vláken jsou znázorněny na obrázku číslo 3. [3]

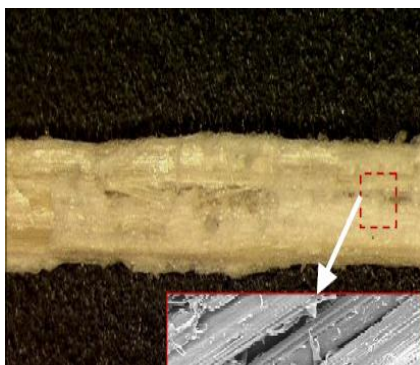


Obrázek č. 3) Schéma bambusových vláken struktury: A) Průřez z bambusu internodií, B) Typický řez technických bambusových vláken uvnitř stébla představuje nepravidelný tvar a skládá se ze svazků elementárních vláken. Průřez těchto elementárních vláken je buď pětiúhelníkový, nebo šestiúhelníkový a jsou uspořádány ve vzoru plástve, C) Model polylamelní struktury elementárních bambusového vlákna. Skládá se z hustých a tenkých vrstev celulózy nano vláken s různou fibrilární orientací, D) Nano vlákna jsou svázána s Hemi-celulózou a ligninem. [3]

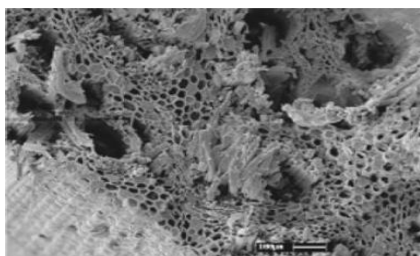


Obrázek č. 4) SEM obraz – průřez bambusovým vláknem s linií obrysu obvodu

Na obrázku číslo 4 je možné vidět typický průřez technickým bambusovým vláknem. Představuje nepravidelný tvar a skládá se z elementárních vláken kompaktně uspořádány do tvaru plástve, (s velmi málo lumeny), jsou spojeny tenkou stěnou hlavně ligninem. [3]



Obrázek č. 5) Optická mikroskopie bambusových vláken, SEM obraz nesouvislých elementárních vláken v měřítku 10 μm. [3]



Obrázek č. 6) Průřez vláken je tvořený rozličnými mikroskopickými mezerami a dírami, díky kterým má oblečení vyrobené z bambusu lepší absorpční schopnosti (pot), je prodyšnější, a má přirozené termoregulační vlastnosti. Savost tohoto materiálu je 3-4x vyšší než u bavlny. Díky struktuře vlákna je v horkém počasí o 2-3°C chladnější než bavlna a naopak – v chladnu příjemně zahřívá. [4]

Tabulka číslo 1) Průměrné délky bambusového vlákna jedno, tři a pětileté rostliny

ROK	VRSTVA	DÉLKA VLÁKEN (mm)
PRVNÍ	Vnější	2,16
	Střední	2,27
	Vnitřní	2,19
TŘETÍ	Vnější	2,08
	Střední	2,32
	Vnitřní	2,26
PÁTÝ	Vnější	2,03
	Střední	2,32
	Vnitřní	2,39

Tabulka číslo 1 ukazuje průměrnou délku vláken v různých vrstvách v jednom, tři a pětiletém bambusu. Délky macerovaných vláken se pohybovaly od 1,6mm – 3,1mm, ale zaznamenalo se i vlákno o délce 6,4mm. Pět let starý bambus měl vyšší procento vláken o délce 1,6mm. Vnější vrstva měla výrazně kratší vlákna než vrstva střední a vnitřní. [1]

### 2.3. Složení bambusového vlákna

Fujji et al(1993) zkoumali chemické složení moso- bambusu ( *Phyllostachys pubescens* *Mazel*). Obsah různých komponent v nejdůležitějších rostlinných materiálech (v sušině) ukazuje tento přehled:

Komponenty	Lintry (%)	Jehličnaté dřevo (%)	Listnaté dřevo (%)	Bagasa (%)	Bambus (%)
Celulosa	90-94	50-58	52 – 54	50 – 57	38,9
Pentosany	1,5 – 2,0	11,0	25,0	22-28	26,1
Lignin	2,0-3,0	26,0-28,0	17	16-23	25,0
Pektinové látky	2,0	1,0	1,5-2,0		2
Bílkoviny	1,5-2,0	0,5 – 0,8	0,5-0,8		0,8-6
Tuky a vosky	0,5-1,0	1,0 – 2,0	1,0-2,0	0,8 – 2,7	2-4
Popel	1,0	0,25 – 0,50	0,25	1,5 – 1,6	1,7

Tabulka číslo 2) Chemické složení bambusu

Tabulka číslo 2 ukazuje chemické složení bambusu. Chemické složení bambusu je podobné jako u dřeva. Mezi hlavní složky bambusového stébela patří celulóza,

hemi-celulóza a lignin, které tvoří více jak 90% celkové hmotnosti. Nepodstatné z bambusu jsou pryskyřice, třísloviny, vosky, a anorganické soli. Ve srovnání se dřevem má bambus větší alkalické výtažky, popel, a obsah oxidu křemičitého. Yusoff et al(1992) studoval chemické složení, jedno, dvou a tříletý bambus (*Gigantochloa scortechinii*). Výsledky ukázaly, že obsah hemi-celulózy se různým věkem rostliny neměnil. Zatím co obsah alfa-celulosity, ligninu, výtažků, pentosanů, popela a oxidu křemičitého se měnil v obsahu s přibývajícím stářím rostliny. Chemické složení měnící se věkem ovlivňuje jeho fyzické a mechanické vlastnosti, to souvisí, jak už bylo řečeno s dobou sklizně a na co se bude bambus dále zpracovávat. Dále se skládá kromě ligninu a celulosity z dalších organických látek: 2 - 6 % škrobu, 2% deoxidu sacharidu, 2-4% tuků a 0,8 – 6% bílkovin. Obsah sacharidu a škrobu v bambusu hraje důležitou roli v jeho trvanlivosti (proti plísním, houbám, napadáním hmyzu) a životnosti. Přirozená trvanlivost se pohybuje mezi 1-36 měsíci v závislosti na druhu a klimatických podmínkách. Je pozoruhodné, že i ve 12 - ti letém stéblu byl škrob v celém stéblu. Popel je tvořen anorganickými minerály, především křemene, vápníku a draslíku, dále z manganu a hořčíku. Oxid křemičitý obsahuje nejvíce v epidermis, velmi málo se nachází i v uzlech (kolénka, nodie) a nejméně v internodiích (v člancích). Vyšší obsah benzen-ethanolu z některých druhů bambusu by mohla být výhodou odporu pro rozklad. Tabulka číslo 3 ukazuje přehled chemického obsahu vybraných druhů bambusů.

[3]

DRUH	POPEL (%)	Výtažky Ethanololuenu (%)	Lignin (%)	Celulóza (%)	Pentosan (%)
Phyllostachys heterocycla	1,3	4,6	26,1	49,1	27,7
Phyllostachys nigra	2,0	3,4	23,8	42,3	24,1
Phyllostachys reticulata	1,9	3,4	25,3	25,3	26,5

Tabulka číslo 3) Chemický obsah bambusu [1]

## 2.4. Polymerační stupeň celulosových vláken

Relativní molekulová hmotnost celulosy je daleko větší, než bylo původně stanoveno. Normální preparát celulosy má relativní molekulovou hmotnost až 2 000 000, což představuje polymerační stupeň 10 000 až 15 000. Některé druhy přírodních celulosových vláken mohou mít relativní molekulovou hmotnost ještě větší, např. ramie až 5 000 000. Délka řetězce se pohybuje kolem 0,01mm. Mnoho vlastností závisí na polymeračním stupni celulózy nebo na délce řetězce. Čím větší řetězec tím je vlákno pevnější. Rozlišují se krystalické a amorfni oblasti. V krystalických oblastech jsou řetězce navzájem vázány sekundárními vazbami, jedná se o vodíkové můstky. V amorfních oblastech celulózových vláken dochází k absorpci vody. Molekuly vody se v první fázi váží na volné hydroxylové skupiny pomocí vodíkových můstků. Další molekuly vody vytvářejí vodíkové můstky s již vázanými molekulami vody. Sorpční schopnost celulosy se významně podílí na bobtnání dřeva. Avšak za vlhka je pevnost velmi nízká proto se příze vyrobená z bambusové viskózy dává do útku. Dobře se zpracovávají a barví. K barvení se používají přímá, kypová, sirná a bazická barviva. [1]

## 3. ZÍSKÁVÁNÍ BAMBUSOVÉHO VLÁKNA, BAMBUSOVÉ VISKÓZY

Mluví – li se o bambusovém vlákně nemusí se vždy jednat o bambusovou viskózu tj. vlákno vyráběné chemicky, získávat můžeme též méně známým klasickým způsobem. Je to přírodní bambusové či bio bambusové vlákno, získané mechanicky bez jakýchkoli chemických látek a to přímo ze stonků podobně jako len, konopí a ostatní lýková vlákna.

Regenerovaná bambusová vlákna jsou vyráběná ve spřádacím procesu, v němž (v tomto případě prochází mechanicky drcením bambusových listů a stonků). Jako suroviny v hydrolysoalkalickém procesu se používá celulóza. Surovina se získává z *Phyllostachys heterocycla pubescent* z bambusových plantáží obvykle známých jako Moso bamboo. Bambusová vlákna lze vyrábět i mechanickým způsobem. Dřevnaté části rostlin jsou rozdrceny a následně přerušují bambusové stěny přírodními enzymy do formy měkké hmoty, z nichž se přírodní vlákna můžou mechanicky česat a tkát do příze.

Na trhu jsou tedy dva druhy vláken jedná se o bambusové vlákno viskózy a bambusové vlákno buničiny.

### 3.1. Mechanický (původní) způsob získávání bambusového vlákna

– vlákno je získáváno z bambusové buničiny

surový bambus -> dělení na pásy -> paření (máčení) -> drcení a rozkládání -> degumování biologickými enzymy -> mykání vláken -> česání-> přírodní originál bambusové vlákno

[9]

Obrázek číslo 7) Získávání vlákna mechanickým způsobem [5]



#### 3.1.1. Společnost LITRAX GmbH

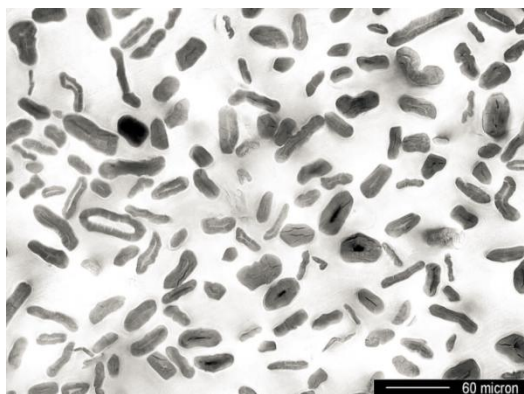
Po delším hledání byl nalezen jeden zdroj, který získává bambusová vlákna ze stonku rostliny. Je to LITRAX GmbH, společnost se sídlem ve Švýcarsku. Tato firma extrahuje přírodní bio vlákna bambusu přímo z lýka stébla, enzymaticky podobně jako u lnu. Přírodní bio bambusové vlákno je vyrobeno ze 100% přírodních zdrojů s použitím high-tech procesu (enzymaticky, bez chemických látek, dlouhá životnost vláken). Vlákna jsou velmi nepravidelného tvaru s jemností 5,8dtex, omakem jsou podobné plátnu (tkanina ze lnu). Konečný proces probíhá ve Francii. Nabízí jak přírodní vlákno o délce 90mm nebo nařezané stříže v různých délkách, jako je např. 22, 40,50,65mm. Vlákna z přírodního bambusu je nejlepší ve směsi s merino (vlnou), bavlnou, Lenzing tencelu, pocelu, polyesteru, hedvábí. Např. na košile se vytváří směsi přízi ze 30-70% bambusového vlákna + 30% a výš bavlny. Ve spolupráci se společností Lenzing se sídlem v Rakousku, vytvořil



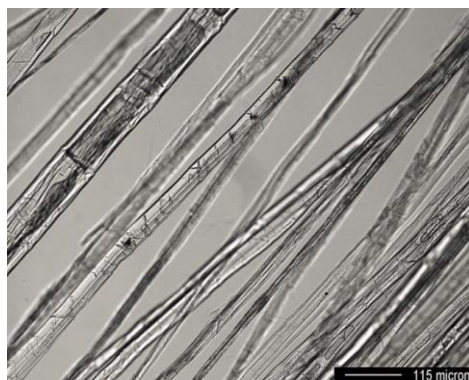
Linatrax řadu eko-šetrných textilních aplikací pro globální módní průmysl směsí s tenclem. Linatrax rovněž tvrdí, že bambusové vlákno ze stonku rostliny eliminuje (odpuzuje) Stafylokoka, což mají otestované v antibakteriálním testu.

Na obrázku číslo 10) je dobře vidět řez bambusovými vlákny, tvarem nepravidelný ovál s dutým jádrem charakteristickým pro přírodní celulósová vlákna. Na některých vláknech jsou vidět jasně lumény. Na obrázku (11) jsou vidět kolénka charakteristická pro lýková vlákna. [13]

Obrázek číslo 10) Příčný řez



Obrázek číslo 11) Podélný pohled



Obrázek číslo 12) Lisování stébel bambusové rostliny



Obrázek číslo 13) Bio bambusový pramen vláken



Obrázky [6]

## 3.2. Chemický způsob výroby

– vlákno je získáváno z regenerované celulosy bambusu

Základní surovina bambus je chemicky zpracována technologií výroby viskózních vláken. Bambusová vlákna vhodná pro výrobu příže jsou získávána ze stonku postupným kultivačním procesem – jedná se o podobný princip jako u viskózy.

### **Princip výroby viskózních vláken**

Viskózová vlákna se vyrábějí z celulózy (rozdrcené listy a větve). Působením 15% - 20% roztoku hydroxidu sodného na celulózu vzniká alkaliceleulóza, která se nechá určitou dobu předežrát (cca. teplota 20-25°C, 1-3hodiny). Po předežrání, kdy se zkracuje dlouhý řetězec celulózy na průměrný polymerační stupeň cca 450 - 600, se na alkaliceleulózu působí sirouhlikiem a reakcí těchto dvou substancí se alkaliceleulóza mění v xantogenát celulózy. Xantogenát se rozpouští ve zředěném roztoku hydroxidu sodného a vzniká viskózní roztok zvaný viskóza, který se nechá opět zrát a potom se zvlákňuje. Zvlákňování se provádí za mokra do kyselé lázně. Viskóza se vytlačuje otvory trysek do zvlákňovací lázně, která zpravidla obsahuje kyselinu sírovou, síran sodný, síran zinečnatý a vodu. Ve zvlákňovací lázni celulóza regeneruje zpět ve formě vlákna (z toho plyne název vlákna z regenerované celulózy). Vlákna se zároveň při zvlákňování dlouží a dále upravují, vypírají, odsírají popř. bělí, skají (pokud se vyrábí ve formě hedvábí, kadeří (pro výrobu ve formě stříže) a lubrikují. Po dokončení má viskózní vlákno vyrobené z bambusu specifický průřez, rýhovaný povrch a na rozdíl od elementárních vláken bambusu již nemají lumen. Vyrobené VS-BMB vlákna nabývají jemnosti od 1,33dtex do 5,56dtex a jejich délka se pohybuje od 38mm do 76 mm.

Výše uvedený výrobní proces se podobá výrobě viskózního vlákna. Díky tomu se regenerované bambusové vlákno nazývá též bambusová viskóza. Vlákna lze získávat i mechanickým způsobem pomocí přírodních enzymů. Vzhledem k tomu, že je tento proces náročnější na práci a je nákladnější je tato technologie ojednocení vláken bio bambusu používána jen velmi zřídka. [8,10, 11,12]

### 3.3. Rozdíl mezi bambusovým vláknem a bambusovou viskózou

Kromě klasických vlastností, které se shodují s vlastnostmi jiných lýkových vláken se přírodní bambusové vlákno liší od bambusové viskózy i dalšími vlastnostmi.

Funkční vlastnosti: Anti – bakteriální, anti – UV a deodorační funkce původních bambusových vláken jsou mnohem silnější, než z bambusové viskózy. Přirozený charakter bambusu byl zničen během procesu výroby bambusové viskózy.

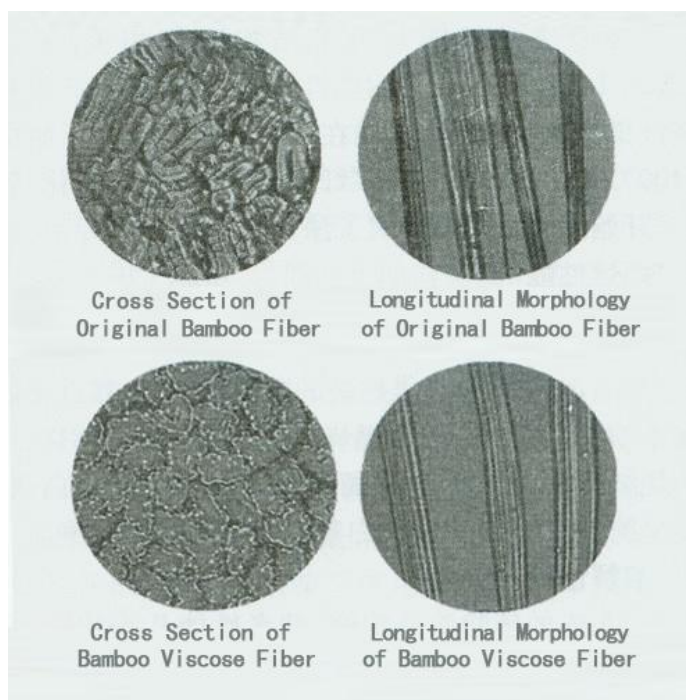


Obrázek číslo 8) Prameny bambusové viskózy, bambusového vlákna [5]

Omak: Pocitově je původní bambusové vlákno podobné ramii, konopí i lnu. Bambusová viskóza je velmi jemná.

Změna rozměrů po vyprání: Bambusová viskóza se snadno srazí při praní, původní bambusové vlákno ne.

Pevnost v tahu: Původní bambusové vlákno je pevnější než bambusová viskóza. [9]



Obrázek číslo 9) Průřez a podélný pohled původně získaného bambusového vlákna a bambusové viskózy [5]

Příčný a podélný pohled: Původní bambusové vlákno má viditelné lumeny. Viskóza má tvar podle tvaru trysky.

## 4. MARKETING X BAMBUSOVÉ BIO VLÁKNO X BAMBUSOVÁ VISKÓZA

V roce 2006 se oděvy a textilie z bambusu začaly objevovat na trhu a to zejména na internetu. Existuje mnoho tvrzení o prospěšných vlastnostech bambusového vlákna. Např. tvrzení s nežádoucími aspekty produkce bavlny, kdy na bavlníkových plantážích pracují děti, a při pěstování používají chemikálie. To a mnoho dalšího se uvádí na webových stránkách USDA. Průzkum většiny reklam na bambusová vlákna, tkanin a oděvů ukazuje, že mnoho ne-li většina reklam je založených na základě informací jedné společnosti v Číně. Tato společnost objasnila výše uvedená tvrzení týkající se záměny bambusové viskózy a bio bambusových vláken. Ale na většině internetových stránek se uvádí, že výrobky jsou z bambusové viskózy nikoli bio vlákna ze stonku bambusové rostliny. [14]

### 4.2. Potvrzení či vyvrácení hypotéz?

Na základě propagačního tvrzení v marketingovém světě o bambusovém vlákně byly prověřeny dvě hypotézy:

1. Nabízená bambusová vlákna jsou ve skutečnosti pouze regenerovaná viskózová vlákna vyrobená z celulózy, která se získává z bambusové rostliny. Nejedná se tedy o pravé bio bambusové vlákno získávané přímo z bambusové rostliny.
2. Propagovaná bambusová vlákna nemají přirozené antimikrobiální vlastnosti, ztrácí je totiž při jejich výrobě.

Vzorky byly testovány na antimikrobiální aktivitu standardním způsobem pomocí metody AATCC 147. Gram pozitivní bakterie *Staphylococcus aureus* a gram negativní bakterie *Escherichia coli* byl použit při testování. *S. aureus* je nejčastější příčina různých infekcí, a je jedním ze 4 příčin nosocomiálních (získané v nemocnici) infekcí. Jsou nejvíce spojovány s post-infekcí operačních ran. *E. coli* se běžně vyskytuje v tlustém střevě. Některé kmeny mohou způsobit velmi vážné otravy jídlem, ačkoli většina z nich je neškodná.

**Výsledek:** Žádné antimikrobiální účinky se neprokázaly. Mikroskopie potvrdila, že se nejedná o bambusová vlákna, ale o bambusovou viskózu. Hypotézy byly potvrzeny. Vlastnosti, které se bambusové viskóze přisuzují, jsou široce známá hlavně díky obchodníkům. [14]

## 4.1. Hospodářská soutěž a vládní akce

V US Federal Trade Commission (FTC – spolková obchodní komise) se konalo slyšení o otázce bambusu (srpen 2008) s několika zástupci akademické obce, kteří svědčili o pravdivosti bambusu jako o unikátním vláknu. Žádná okamžitá opatření nebyla přijata až do srpna 2009. FTC vydala tiskovou zprávu s názvem FTC Obvinění firmy Bamboo – zling z falešných informací o produktech. FTC postihla sankcí finančně 4 prodejce z klamavého označování produktů vyrobené z bambusové viskózy, nikoli z přímo z bambusového vlákna. Klamné informace se objevovali v reklamách, ale i na samotných výrobcích. FTC také obvinila firmy z falešného a nepravdivého prosazování své „zelené“ produkce. Tvrdili, že jejich produkty jsou vyráběné v ekologicky šetrných procesech, že si zachovávají přirozené antibakteriální vlastnosti z původní bambusové rostliny a že jsou biologicky rozložitelné. Následně těmto společnostem bylo zakázáno, aby dále propagovali výhody a účinnost jakéhokoliv oděvu nebo textilního výrobku, které prodávají, pokud to nemají podložené přesvědčivými důkazy.

Ještě více agresivní ve své činnosti byla Kanada. V březnu roku 2009 úřadem pro hospodářskou soutěž kanadská vláda vydala prohlášení týkající se přesného označování textilních výrobků tj. „získáno z bambusu“. Jejich názor je, že většina textilií z bambusu na trhu je bambusová viskóza z bambusové buničiny a jedná se o porušování pravidel hospodářské soutěže. Obchodníkům bylo povoleno prodávat stávající produkty ve skladu s nepřesnými popisky do 31. srpna 2009. Od té doby, může kanadský úřad pro hospodářskou soutěž provádět dozor nad trhem, aby se ujistil o souladu označování textilií se zákonem. Dle kanadských pravidel, musí firma výrobky označovat bambusová viskóza.

[14]

## 4.2. Trh v současnosti

Současná situace na trhu je smíšená. Během uplynulého roku byl kladen značný důraz na obchody, které měly nepřesné a zcela nepodložené tvrzení o bambusových vláknech. Jak tomu bylo před dvěma lety u Čínské společnosti. Na druhou stranu, ještě před regulativním opatřením Kanady a USA, se v reklamách mluvilo o bambusové viskóze, ačkoli se i toto pletlo s požadavky týkající se na antimikrobiální vlastnosti a odolnosti proti UV záření.

S ohledem na současný a budoucí význam zájmu spotřebitelů o eko-textil, má ověření a zdůvodnění vlivu vláken na životní prostředí zásadní význam pro zachování důvěryhodnosti výrobce a prodejce. [14]

## II. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Na základě dostupných a zjištěných faktů z teoretické části bakalářské práce, bylo navrženo:

### **a) Experiment: mechanické získávání přírodních vláken z bambusu jako ekologický způsob získávání**

Důvod rozhodnutí: S požadavky na dnešní dobu, potřeby zákazníků a zvyšující se poptávce po nových vylepšených textilních produktech je také důležité, dokonce žádoucí, abychom se při jejich výrobě chovali k přírodě přátelsky a zbytečně ji nezatěžovali. Je tedy vhodné vyrábět alternativní materiály s požadovanými vlastnostmi a navíc metodou, která nezatěžuje prostředí, ve kterém žijeme nejen my ale i ohrožené druhy zvířat a rostlin. Dále předmětem experimentální části je stanovení výtěžnosti navržené metody.

### **b) Ověřit vybrané vlastnosti bambusových vláken a regenerovaných celulóзовých vláken získávaných z bambusu**

Důvod rozhodnutí: Na trhu s výrobky, které jsou vyrobené z příze z bambusové rostliny koluje mnoho tvrzení a mezi nimi mnoho nesprávných. Jsou vlastnosti přisuzované tomuto vláknu opravdu takové, jak se tvrdí? Předmětem experimentální části je porovnání vybraných vlastností rozdílných vláken pomocí jednotlivých zkoušek. Jako srovnávací materiál byla vybrána viskóza a bavlna. Vybrány byly vlastnosti užité, pro spotřebitele významné.

Pro lepší pochopení vlastností vláken vyrobených z bambusové rostliny byly testovány vybrané vlastnosti:

- a) vláken
- b) přízí

Pro ověření vybraných vlastností vláken bylo navrženo provedení následujících zkoušek:

- Geometrické vlastnosti: délka, jemnost, tvar příčného řezu
- Mechanické vlastnosti: pevnost a tažnost za mokra, pevnost a tažnost za sucha a s ní související parametry získané přístroji Vibroskop a Vybrodyn 400
- Elektronická mikroskopie

Dále bylo zjišťováno na přízích z bambusové rostliny:

- Pevnost za sucha, pevnost za vlhka, savost, zákruty
- Elektronická mikroskopie – ověření jedná-li se o bambusovou viskózu nebo o bio bambus

## 5. ZÍSKÁVÁNÍ PŘÍRODNÍCH VLÁKEN Z BAMBUSU EKOLOGICKÝM MECHANICKÝM ZPŮSOBEM

### 5.1. Popis zkoumané bambusové rostliny

*Fargesia murielae* „NEUE GENERATION“

Zahradní bambus, hvězdíkovitě rostoucí tmavozelené listy, stálezelený, nekvete. Nároky na slunce: slunce, polostín, stín, výška: 125-150 cm, šířka: 50 - 60 cm. Průměr stébel 0,5-1 cm.

Zakoupeno: Hornbach v Hradci Králové

Rod bambusů zvaný *fargesia* je nejenom pro naše klimatické podmínky nejvhodnější díky výborné zimovzdornosti, ale zároveň nabízí nejkrásnější rostliny.



Obr. č. 14) *Fargesia murielae*

Neue generation je německá odrůda středně vysokého bambusu, který se – jak už název vypovídá- řadí k moderním odrůdám, jež dokážou nabídnout vylepšené vlastnosti oproti starším druhům. Neue Generation je velmi odolný bambus hustého habitu a vcelku rychlého růstu, stálezelený, se středně velkými, podlouhlými, zelenými listy. Stébla jsou pevná, mladá přísně vzpřímená a při dozrávání se lehce sklánějí. Končená výška v dospělosti je kolem 3-4 m a díky své omezené velikosti a hustotě se výborně hodí i do malých zahrádek jako efektivní doplněk nejen japonsky laděných zahrad.

Fargesia potřebuje úrodnou dobře propustnou zem, kde ale nebude mít nouzi o vlhkost. Roste trsovitě, takže neexpanduje výběžky do okolních částí zahrad. Ve vlhkém prostředí může být na plném slunci, jinak v polostínu nebo s omezeným přímým sluncem. Zakořeněné rostliny jsou dobře mrazuvzdorné do cca-25°C. [15]



Obrázek číslo 15) Duté stéblo



Obrázek číslo 16) Kolénka

Obrázek č. 15) Stébla bambusů jsou dutá a článkovaná, na obrázku č. 16 jsou krásně vidět charakteristická kolénka

## 5.2. Proces získávání bambusového vlákna mechanickým způsobem

Po zakoupení byl bambus v květináči asi 14 dní, aby si zvykl na prostředí, poté byl zasazen do černozemě k malinám. Po dobu 2 měsíců vyrostl za průběžného zalévání cca o 5-10 cm. Příprava zkoumaných vzorků spočívala vyrytím několika prutů ze země i s kořeny. Pruty byly dle zkoumaných fází rozděleny na čerstvé (bez sušení), sušené, máčené a rosené. Experiment byl proveden 2 metodami získávání. První bez vaření a sušení v sušícím přístroji, druhý s vařením a sušením. Pro lepší znázornění je experimentální část doplněna fotografickou dokumentací s legendou.



### 5.2.1. Příprava vzorků pro další zpracování – sušení, rosení, máčení



1. Rozdělení stébel



2. Sušení stébel při venkovní teplotě 17 – 25 °C



3. Máčení vybraných stébel po dobu 4 týdnů



4. Rosení stébel bambusu po dobu 4 týdnů



5. Drcení stébel bambusů ručním lisem



6. Vaření stébel v tlakovém hrnci po dobu 1 hod



7. Sušení stébel v sušícím přístroji



8. Vyčesávání vláken pomocí hřebínku

Obrázky číslo 17) – 24)

Bambusová stébla byla rozdělena po třech do několika skupin, které se lišily další předpravou. Jedna skupina se nechala čerstvá a rovnou se lisovala a vyčesávala. Zbylé skupiny se pověsily a nechaly usušit při venkovní teplotě 17 – 24°C v době srpen-září. Z tohoto se odebrala jedna usušená skupiny, která se dále lisovala a vyčesávala. Další tři se rozdělily, dvě postoupily proces máčení a ta poslední proces rosení, kdy se působením tepla a vlhka, pomocí bakterií dřevina začala rozkládat. Na stébla po dobu 4 týdnů působilo ranní a večerní běžné rosení, denní slunce a jednou déšť. Dále se technologie získávání mění v souvislosti s použitou metodou. Máčení probíhalo v kádi s čistou studenou vodou, kde byla stébla ponechána 21 dní. Poté byly vzorky rosené i máčené osušeny.

### 5.2.2. První navržená metoda získávání bambusového vlákna - bez vaření, bez sušení v sušičce

Mechanický způsob je původní získávání vláken z bambusové buničiny. Bez použití chemikálií a pesticidů při výrobě a pěstování. Metoda je podobná získávání lýkových vláken např. ze lnu, konopí, ramie nebo kopřivy.

Tabulka č.4 – Tabulka vzorků vláken

Bambus <i>Fargesia murielae</i>	Číslo vzorku	Předúprava
	1.	Bez předúpravy – čerstvý
	2.	Sušený
	3.	Máčený
	4	Rosený

Připravené vzorky se bez dalších úprav lisovaly přes školní ruční lis, dřevina se rozdrtila na přibližně 5-6 cm dlouhé úseky. V místě kolének bylo stéblo přerušeno. Nejlépe se oddělovala vlákna máčená, pak rosená nejhůře sušená. Poté se vlákna vyčesávala pomocí pročešávacího hřebínku.

### 5.2.3. Druhá navržená metoda získávání bambusového vlákna – s vařením, se sušením v sušičce

Po máčecím procesu a po následném usušení byla stébla rozdrčena ručním lisem. Porušená stébla se vložila do tlakového hrnce, kde se povařila po dobu 1 hodiny. Po uvaření se sušila ve školní sušičce po dobu 1 hodiny při 80°C. Dřevina změkla a vlákna šla ojednocovat o trochu lépe než při první metodě, ale na další zkoumání se nevytěžilo dostatek vláken, která opět byla obalena dřevinou.

## 5.3. Zjišťované vlastnosti získaných vláken

U získaných vláken mechanickým způsobem byla zjišťována výtěžnost, pevnost a délka vláken. Výsledky však jsou neobjektivní, jelikož získaná vlákna šla velmi špatně vyčesávat, byla obalena dřevinou a pro další zkoumání byla tudíž bohužel nepoužitelná. Orientační jemnost vláken je přibližně 5,8dtex.

### 5.3.1 Výtěžnost získávání vláken

Metody mechanického získávání mají velmi malou výtěžnost což můžeme vidět v tabulce. Touto metodou vlákna sklízet nelze. Můžeme se domnívat, že to způsobila navržená technologie, druh bambusu, stáří bambusu nebo doba procesu, či zvolené pomůcky, přístroje fyzickým vyčerpáním sklízejícího, neboť tato metoda je velice namáhavá.



Číslo vzorku	Vzorek bambusu	Hmotnost stébla [g]	Hmotnost dřeviny [g]	Hmotnost vláken [g]	Výtěžnost [%]
1.	Čerstvý	6,4282	6,37889	0,04931	0,761
2.	Sušený	2,0370	1,97417	0,06283	2,99
3.	Máčený	4,3758	4,32717	0,04863	4,2443
4.	Rosený	3,6437	3,58734	0,05636	1,523
5.	Vařený	3,5342	3,37066	0,16354	4,6

Obrázek č.25) – Vlákna ve skleněné misce, dřevina

Tabulka č. 5) Výtěžnost získaných vláken

Na obrázku číslo 25 vidíme poměr dřeviny a vyčesaných vláken. Z tabulky číslo 5 je vidět, že nejvíce výtěžný byl bambus vařený, nejméně pak bambus čerstvý.

### 5.3.2. Délka bambusových vláken získaných vzorků

Délka vláken byla měřena ruční metodou pomocí měřítka a černé destičky. Měřeno bylo vždy 10 vláken. Měřeno bylo pouze 10 vzorků, protože se více nezískalo kvůli nízké výtěžnosti. Výsledky jsou znázorněny v následující tabulce číslo 6.

Nejdelší vlákna se získala ze stébel bambusu vařeného, dřevina byla změkklá a více ohebná nejméně se sušeného, kdy se dřevina hodně lámala. Průměrná délka vláken byla 22,32mm.

Číslo vzorku	Vzorek bambusu	Délka vlákna [mm]
1.	Čerstvý	21,3
2.	Sušený	20,5
3.	Máčený	22,8
4.	Rosený	23
5.	Vařený	24

Tabulka číslo 6) Délka vláken

### 5.3.3. Pevnost bambusových vláken obalené dřevinou

Pro zajímavost od každého vzorku byla z 10 vláken měřena pevnost. Více vzorků nebylo možné testovat, jelikož byla velmi malá výtěžnost a nezískal se dostatek vláken. K měření byla použita trhačka TiraTest2300, následně byly hodnoty zpracovány programem LabTest verze 3. Vlákná byla upnuta do čelistí ve vzdálenost 10 mm a protahována do porušení rychlostí 10mm/min. Výsledky jsou znázorněny v následujících tabulkách (číslo 7 – 10).

Tabulka číslo 7) Bambus čerstvý

STAT	Amax [mm]	Fmax [N]	E [MPa]	t [sec]	Amax [%]
Počet zkoušek	10	10	10	10	10
Průměrná hodnota zkoušek	0,66374	2,5769	151,76	4,2	6,64
Směrodatná odchylka zkoušek	0,40306	1,6913	90,37	2,52	4,03
Variační koeficient zkoušek	60,72537	65,63321	59,55	59,95	60,73
Minimální hodnota zkoušek	0,30753	1,06797	62,93	1,96	3,08
Maximální hodnota zkoušek	1,48314	5,98941	299,09	9,18	14,83

Tabulka číslo 8) Bambus sušený

STAT	Amax [mm]	Fmax [N]	E [MPa]	t [sec]	Amax [%]
Počet zkoušek	10	10	10	10	10
Průměrná hodnota zkoušek	0,53372	3,2837	123,22	4,55	5,34
Směrodatná odchylka zkoušek	0,29194	2,02056	63,04	3,6	2,92
Variační koeficient zkoušek	54,69976	61,53304	51,16	79,16	54,7
Minimální hodnota zkoušek	0,22894	1,16544	69,58	1,52	2,29
Maximální hodnota zkoušek	1,20909	8,37111	284,42	13,34	12,09

Tabulka číslo 9) Bambus máčený

STAT	Amax [mm]	Fmax [N]	E [MPa]	t [sec]	Amax [%]
Počet zkoušek	10	10	10	10	10
Průměrná hodnota zkoušek	0,54999	2,06787	102,08	10,01	5,5
Směrodatná odchylka zkoušek	0,58306	1,70186	79,27	9,12	5,83
Variační koeficient zkoušek	106,01295	82,30039	77,66	91,05	106,01
Minimální hodnota zkoušek	0,06487	0,45879	19,65	1,62	0,65
Maximální hodnota zkoušek	1,78199	5,49302	272,03	26,92	17,82

Tabulka číslo 10) Bambus rosený

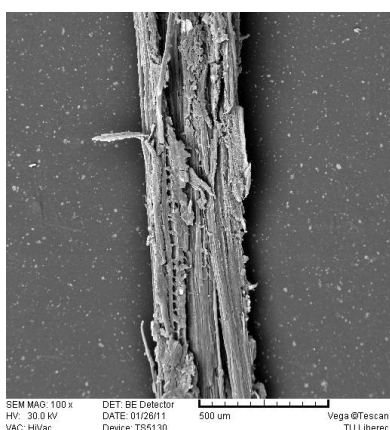
STAT	Amax [mm]	Fmax [N]	E [MPa]	t [sec]	Amax [%]
Počet zkoušek	10	10	10	10	10
Průměrná hodnota zkoušek	0,78292	3,40341	120,23	11,05	7,83
Směrodatná odchylka zkoušek	0,66882	2,2508	63,2	9,87	6,69
Variační koeficient zkoušek	85,42659	66,1339	52,57	89,31	85,43
Minimální hodnota zkoušek	0,16266	0,81873	41,41	2	1,63
Maximální hodnota zkoušek	2,43745	7,8232	237,48	34,2	24,37

Tabulka číslo 11) Bambus vařený

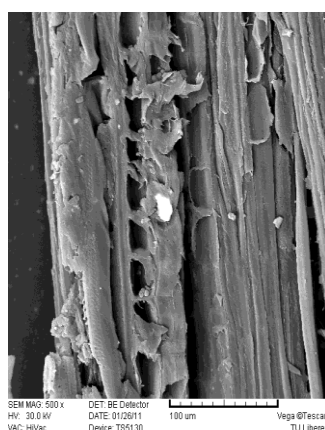
STAT	Amax [mm]	Fmax [N]	E [MPa]	t [sec]	Amax [%]
Počet zkoušek	10	10	10	10	10
Průměrná hodnota zkoušek	0,82627	3,4251	124,45	10,09	8,26
Směrodatná odchylka zkoušek	0,76832	2,3722	72,42	8,67	7,68
Variační koeficient zkoušek	87,73279	67,4352	61,57	90,32	87,73
Minimální hodnota zkoušek	0,20832	1,2723	51,71	2	2,08
Maximální hodnota zkoušek	2,78634	8,6314	243,32	35,8	27,86

Absolutní protažení bylo největší u bambusu vařeného, Yangův modul pružnosti u bambusu čerstvého.

### 5.3.4. Rastrovací elektronová mikroskopie – snímky REM



Obrázek č. 26) Čerstvý bambus

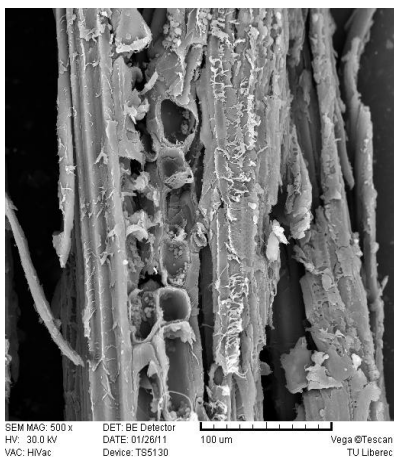


Obrázek č. 27) Čerstvý bambus

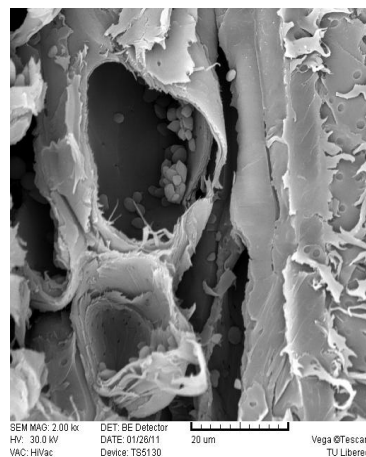


Obrázek č. 28) Máčený bambus

Na obrázkách čerstvého bambusu jsou krásně vidět charakteristická okénka, obrázek máčeného bambusu ukazuje dřevinu a oddělování vlákna.

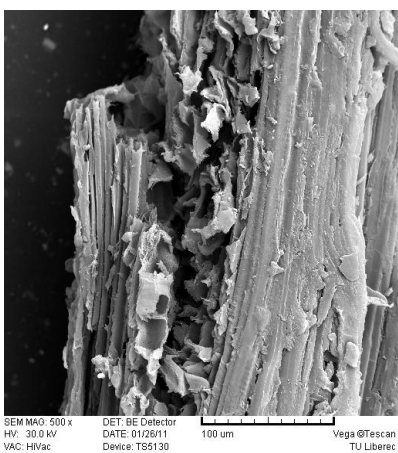


Obrázek č. 29) Rosený bambus

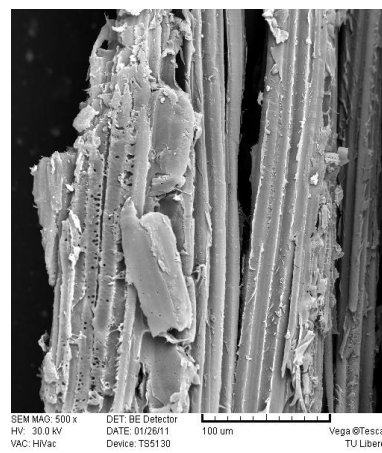


Obrázek č. 30) Rosený bambus

Obrázky roseného bambusu, dřevina se odděluje od vlákna působením vlhka a tepla.



Obrázek č. 31) Sušený bambus



Obrázek č. 32) Máčený bambus

Na sušeném bambusu je vidět porušení dřeviny a náznak jejího oddělování.

## 6. MĚŘENÍ VYBRANÝCH VLASTNOSTÍ REGENEROVANÝCH CELULÓZOVÝCH VLÁKEN ZÍSKÁVANÝCH Z BAMBUSU

### 6.1. Popis vzorků

Číslo vzorku	Typ
1	Bambusová viskóza – pramen z VÚB
2	Bavlněné vlákno
3	Viskózové vlákno

Tabulka číslo 12) Popis vzorků

### 6.2. Délka vláken

Délka vláken byla stanovena na základě ručního měření jednotlivých vláken. Mezi pomůcky patřila černá destička, glycerin, bavlněný hadřík, měřítka, pinzeta. Proměřeno bylo 100 vláken.

Tabulka číslo 13) Kategorizovaná délka vláken

j	l <sub>jd</sub> - l <sub>jh</sub>	l <sub>j</sub> [mm]	n <sub>j</sub>	f <sub>j</sub> [%]	F <sub>j</sub> [%]	P <sub>j</sub> [%]	l <sub>j</sub> * n <sub>j</sub>	l <sub>j</sub> <sup>2</sup> n <sub>j</sub>
1	20-25	22,5	2	2,00	2,00	100,00	45	1012,5
2	26-31	28,5	6	6,00	8,00	98,00	171	4873,5
3	32-37	34,5	38	38,00	46,00	92,00	1311	45229,5
4	38-43	40,5	50	50,00	96,00	54,00	2025	82012,5
5	44-49	46,5	1	1,00	97,00	4,00	46,5	2162,25
6	50-55	52,5	1	1,00	98,00	3,00	52,5	2756,25
7	56-61	58,5	0	0,00	98,00	2,00	0	0
8	62-67	64,5	2	2,00	100,00	2,00	129	8320,5
9								
10								
S			100	100			3780	146 367

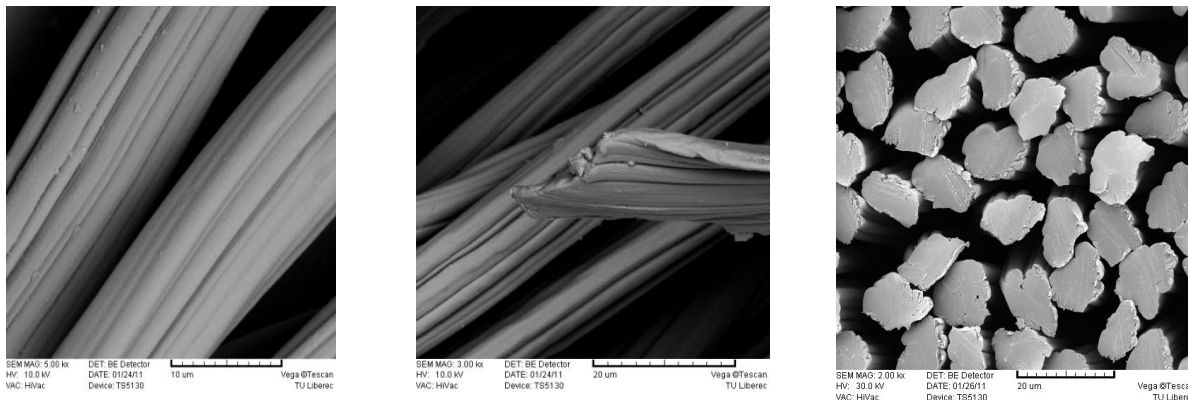
Tabulka číslo 14) Výsledné hodnoty

Měřené veličiny	Jednotka	Hodnota
Průměr	mm	37,8
Rozptyl	mm <sup>2</sup>	3,5
Směrodatná odchylka	mm	5,8
Variační koeficient	%	156,9
95% IS	mm	<36,6 – 39,0>
Modus	mm	40,5
Medián	mm	43,5

Průměrná délka vláken bambusové viskózy činí 37,8 mm. V porovnání s viskózou je na tom co se týče délky na stejno, bavlněné vlákno je o trochu menší 26,5 mm.

### 6.3. Rastrová elektronová mikroskopie regenerovaných vláken bambusu z pramene

Na elektronovém mikroskopu bylo zjišťováno, jedná-li se o vlákna z bio bambusu nebo z bambusové viskózy.



Na obrázku pramene z bambusové viskózy jsou viditelné a pro viskózu charakteristické podélné pruhy, obláčkový průřez

### 6.4. Pevnost vláken z bambusové viskózy a s ní související parametry

Pevnost vláken z bambusové viskózy byla společně s jemností, tažností a dalšími s nimi souvisejícími parametry měřena na dvou přístrojích Vibroskop a Vibrodyn 400. Měřilo se na základě normy ČSN EN ISO 1073 (80 0269) Textilní vlákna – Zjišťování délkové hmotnosti – Gravimetrická a vibroskopická metoda.

#### 6. 4. 1. Měřicí přístroj

Přístroj pro měření jemnosti VIBROSKOP 400 pracuje na principu vynucených kmitů vláken. Podle frekvence kmitání vlákna a předpětí je automaticky stanovena délková hmotnost (jemnost) vlákna v [dtex]. Přístroj je spojen s dynamometrem VIBRODYN 400, na kterém



je možno stanovit pevnost vlákna proměřeného na jemnost. Oba přístroje jsou spojeny s počítačem. Software umožňuje statistické vyhodnocení jemnosti, pevnosti, tažnosti a poměrné pevnosti [cN/tex], [cN/den] zároveň se zobrazením pracovních křivek vláken.[16]



### 6.4.2. Průběh měření

Z pramene byl vytažen chomáč vláken, která se pomocí pinzety a závaží věšela do čelistí přístrojů. Zadané parametry: Jednotlivá vlákna byla zatížena závažím o hmotnosti 100 mg. Měřené délky na 10 mm, zkušební rychlost: 10 mm/min. Měření bylo provedeno na 50 exemplářích za sucha, po té se na 24 hodin namočil jiný chomáček a měření proběhlo i za vlhka.

	Průměrná jemnost [dtex]
Viskóзовé vlákno z bambusu	1,58
Viskóзовé vlákno	2,00
Bavlněné vlákno	2,02

Tabulka číslo 15) Jemnosti vláken

Porovnávací hodnoty viskóзовého a bavlněného vlákna jsou pouze orientační tabulkové hodnoty.

### 6.4.3. Naměřené hodnoty suchého vlákna bambusové viskózy

	Jemnost [dtex]	Síla [cN]	Tažnost [%]	Pevnost [cN/tex]	Yangův modul pružnosti 1%[cN/dtex]
Průměr	1,58	4,15	20,09	26,25	36,83
Směrodatná odchylka	0,11	0,81	3,57	4,76	13,64
CV%	7,15	19,41	17,78	18,12	37,03
Maximum	1,77	5,94	30,90	37,36	66,92
Minimum	0,86	2,09	10,50	12,29	12,58
Rozpětí	0,91	3,85	20,40	25,07	54,34
95% IS	<1,54-1,69>	<3,57-4,73>	<17,54-22,64>	<22,85-29,65>	<29,08-48,57>

Tabulka číslo 16) Průměr jemnosti bambusového vlákna suchého

Průměr jemnosti bambusového vlákna suchého je 1,58dtex. Pevnost vláken je 26,25cN/tex. Yangův modul je 36,83cN/tex.

#### 6.4.4. Naměřené hodnoty vlhkého vlákna bambusové viskózy

	Jemnost [dtex]	Síla [cN]	Tažnost [%]	Pevnost [cN/tex]	Yangův modul pružnosti 1% [cN/dtex]
Průměr	1,79	4,36	16,28	24,74	45,50
Směrodatná odchylka	0,37	1,05	4,02	4,50	7,64
CV%	20,56	23,95	24,71	18,20	16,80
Maximum	2,97	8,97	24,50	37,29	62,17
Minimum	1,12	2,78	8,70	12,93	28,12
Rozpětí	1,85	6,19	15,80	24,36	34,05
95% IS	<1,53-2,05>	<5,11-3,61>	<13,41-19,15>	<21,52-27,96>	<40,04-50,96>

Tabulka číslo 17) Průměr jemnosti bambusového vlákna mokrého

Průměr jemnosti bambusového vlákna mokrého je 1,79dtex. Pevnost vláken je 24,74cN/tex. Yangův modul je 45,50cN/tex.

Průměrná jemnost bambusových vláken je u vlhkého vyšší o 0,21dtex, pevnost poklesla u mokrých vláken o 1,51cN/tex a Yangův modul je i 8,67cN/tex vyšší.

Vlákno	Za sucha	Za vlhka
	Průměrná pevnost [cN/tex]	Průměrná pevnost [cN/tex]
Bambusová viskóza	26,25	24,74
Viskózové vlákno	27,8	15,2
Bavlněné vlákno	34,8	41,2

Tabulka číslo 18) Pevnost vláken za sucha, za vlhka

Výsledné pevnosti vláken použitých pro výrobu testovaných přízí. Jsou měřeny za sucha a za vlhka. Pevnost bavlněného vlákna je lepší než u viskózových vláken. Jako jediné ze tří vzorků se jeho pevnost za mokra zvyšuje.

#### 6.4.5. Tažnost bambusového vlákna

Tažnost vláken za sucha i za mokra u bavlny podstatně nižší než u viskózových.

Vlákno	Za sucha	Za vlhka
	Průměrná tažnost [%]	Průměrná tažnost [%]
Bambusová viskóza	20,09	16,28
Viskózové vlákno	19	30
Bavlněné vlákno	6,5	7,8

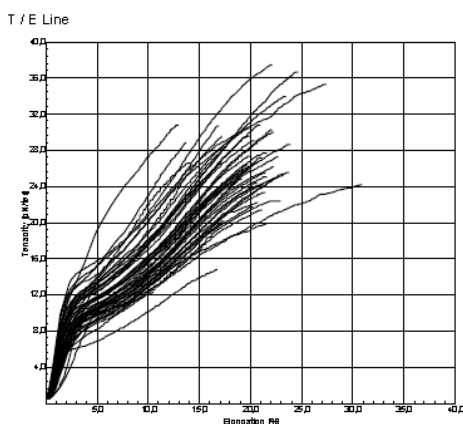
Tabulka číslo 19) Tažnost vláken za sucha, za vlhka

Viskózová a regenerovaná celulósová vlákna z bambusu vykazují velice podobné vlastnosti a chování. Pevnost těchto dvou vláken za vlhka klesá, za sucha vykazují poměrně dobré vlastnosti.

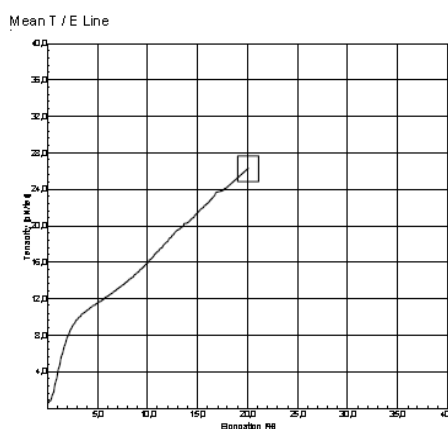
### 6.4.6. Tahové a průměrné křivky vzorků vláken

Tahové a průměrné křivky vláken byly vytvořeny softwarem Vibrodynu a Vibroskopu.

Vlákno měřené za sucha



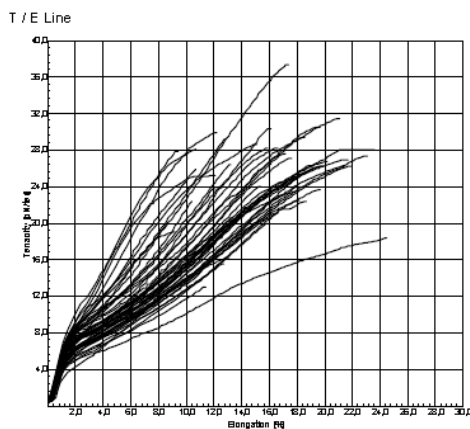
Graf číslo 1) Tahové křivky VS – BMB za sucha



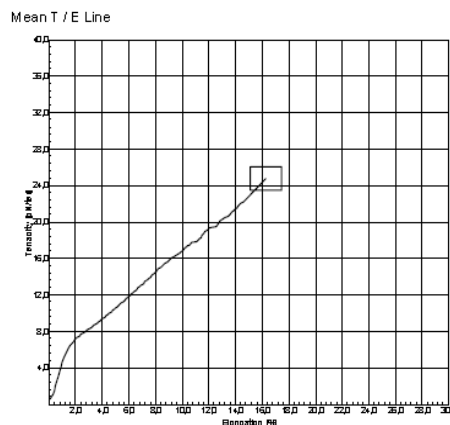
Graf číslo 2) Průměrné tahové křivky VS – BMB za sucha

Graf číslo 1 znázorňuje měřená vlákna v 50 pracovních křivkách. Graf číslo 2 ukazuje průměrnou křivku všech tahových křivek.

Vlákno měřené za vlhka



Graf číslo 3) Tahové křivky VS – BMB za vlhka



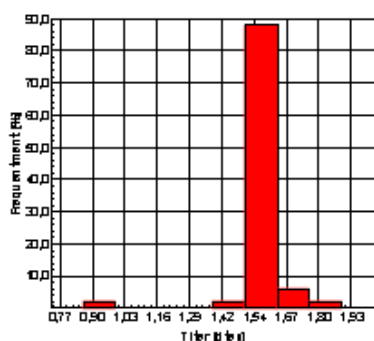
Graf číslo 4) Průměrné tahové křivky VS – BMB za vlhka

Graf číslo 3 znázorňuje měřená vlákna v 50 pracovních křivkách. Graf číslo 4 ukazuje průměrnou křivku všech tahových křivek.

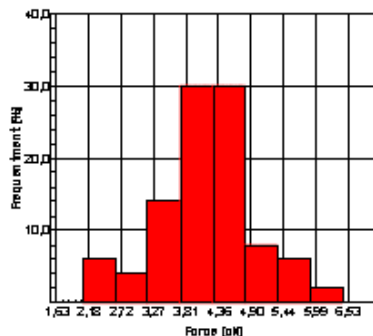
### 6.4.7. Histogramy četností jemnosti a pevnosti vláken z bambusové viskózy

Z histogramů četností lze zjistit četnost jemností v [dtex] a pevností v [cN]. Posledním grafem je histogram znázorňující četnost tažnost bambusové viskózy měřené za sucha a za vlhka. Histogramy jsou výsledkem měření na Vibroskopu a Vybronimu a vytvořil je jejich software.

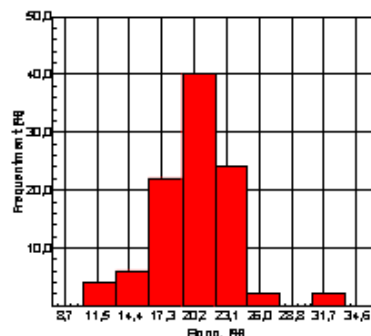
#### Vlákna z bambusové viskózy – za sucha



Graf č. 5) Histogram četností vláken pro jemnost

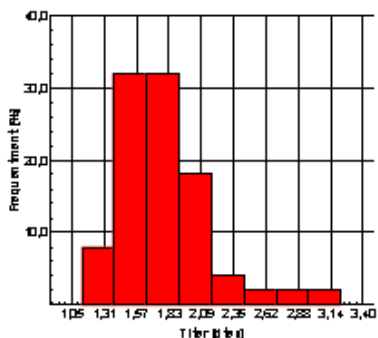


Graf č. 6) Histogram četností vláken pro pevnost

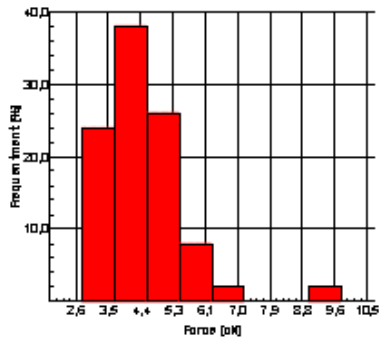


Graf č. 7) Histogram četností vláken pro tažnost

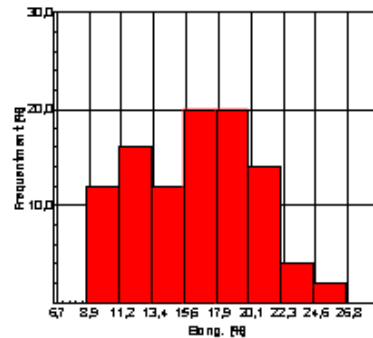
#### Vlákna z bambusové viskózy – za vlhka



Graf č. 8) Histogram četností vláken pro jemnost



Graf č. 9) Histogram četností vláken pro pevnost



Graf č. 10) Histogram četností vláken pro tažnost

[2]

## 7. MĚŘENÍ VYBRANÝCH VLASTNOSTÍ PŘÍZÍ Z REGENEROVANÝCH CELULÓZOVÝCH VLÁKEN ZÍSKÁVANÝCH Z BAMBUSU

Měření bylo provedeno na základě potřeby ověření pevnosti příze z bambusové viskózy za sucha i za vlhka, jelikož se používají hlavně na výrobu osušek, plenek, ponožek, županů. Kde se kladou vysoké nároky na užité vlastnosti vzhledem k namáhání produktu. Dále byly měřené další vlastnosti, kvůli kterým je bambusové vlákno tak oblíbené. Jako je savost pomocí vzlínivosti, jemnost a zákruty přízi související s pevností. Pro porovnání byly měřeny také příze z bavlny a viskózy.

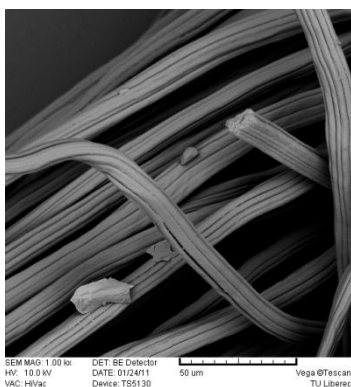
### 7.1. Popis vzorků

Číslo vzorku	Typ
1	Bambusová příze režná (ručníky)
2	Bambusová příze barvená (ručníky)
3	Viskózová příze
4	Bavlněná příze
5	Bambusová příze - Benet (ponožky)

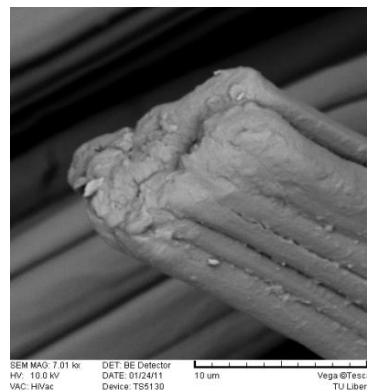
Tabulka číslo 20) Popis vzorků

### 7.2. Rastrová elektronová mikroskopie příze

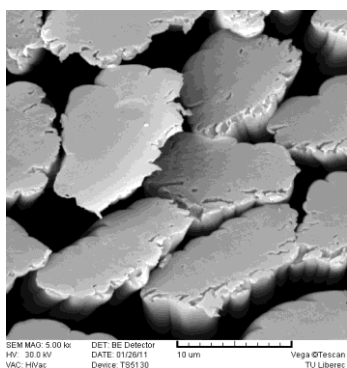
Na elektronovém mikroskopu bylo zjišťováno jedná-li se přízi z bio bambusu nebo z bambusové viskózy. Na snímcích REM jsou bambusová vlákna, jeho příčný řez, charakteristika viskózových vláken.



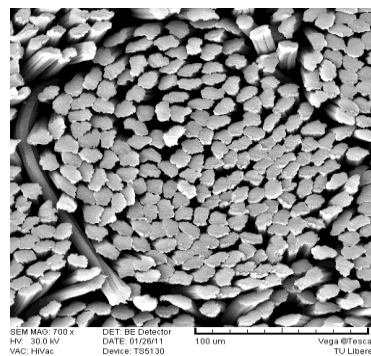
Obr. 37), 38) příze režná



Na obrázku číslo 37 a 38 jsou zachyceny kousky prachu, zvětšením vidíme oválný tvar řezu, obvykle to jsou obláčky, charakteristické pruhy vznikají při zvláknování.



<- Obr. číslo 39) Řez šicí nitě z Benetu



Obr. číslo 40) Řez šicí nitě z Benetu ->

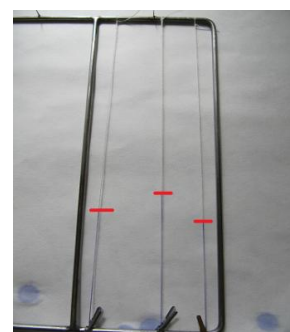
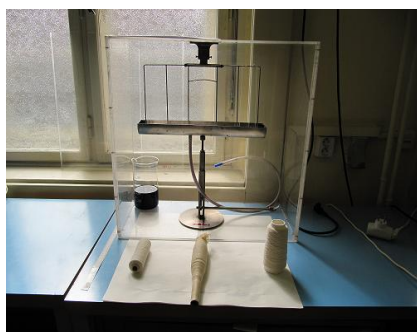
Obrázek číslo 39 – Přibližný příčný řez šicí nitě z firmy Benet používaná na pletení ponožek, tvarem opět připomínají obláčky, obrázek číslo 40 zachycuje řez jedné šicí nitě, tvoří ji několik vláken

### 7.3. Jemnosti a zákruty, vzlínavost přízí

S pevností souvisí i počet zákrutů. Čím víc zákrutů, tím je příze pevnější. Zákruty byly měřeny na zákrutovém přístroji dle normy ČSN 80 0701 (80 0701) Zjišťování zákrutů nití. Skaná příze metodou přímou, jednoduchá příze metodou nepřímou. Vzlinavost měřena dle normy pro měření vzlínivosti tkaniny ČSN 80 08028 Stanovení savosti vůči vodě, postup vzlínáním.

**Postup měření savosti vzlínáním:** Od každé příze bylo zkoušeno 10 vzorků. Nejprve se nastříhaly na upínací délku (25,5cm). Nahoře se příze uvázala dole se připnula svorkami. Do nádobky se nalila obarvená voda, aby vzlínavost byla krásně vidět. Poté se konce příze ponořily pod jehličku rámečku pro upevnění vzorků (tj. asi 2mm ) do nádobky s obarvenou vodou a takto se nechaly po dobu 30 minut. Poté se vyndaly na filtrační papír a pomocí milimetrového měřítka se změřila vzlínavost.

Obrázky č. 41) - 43) – Měření savosti vzlínavosti



Na obrázcích 41- 43 je znázorněna savost pomocí vzlínivosti, na prvním obrázku je měřicí přístroj, na druhém je zachycen průběh zkoušení, příze jsou ponořeny do nádobky a sledujeme jak kapalina vzlíná po přízi, na třetím vidíme vyhodnocování vzlínivosti.

Obrázek 44) :Přístroj na měření zákrutů:



Výsledky měření a vstupní údaje vidíme v následujícím přehledu:

Příze (100%)		Bambus rezný	Bambus barvený	Viskóza	Bavlna
Jemnost [tex]		25x2	31x2	24,7x1	10x3
Druh		dvojmo skaná	dvojmo skaná	jednoduchá	trojmo skaná
Zákruty	Skaná	455,2 (S)	572 (S)		872,8 (Z)
	Jednoduchá	744,6	671,2 (Z)	790,8 (Z)	995,6 (S)
Vzlínavost [cm]		7,18	4,66	5,28	0,54

Tabulka číslo 21) Výsledky měření a vstupní údaje

V měření savosti vzlínavostí bylo zjištěno, že nejvíce vzlínala příze rezná z bambusové viskózy, nejméně sála bavlněná příze, což mohlo být způsobeno trojím seskáním a vysokým zákrutem.

## 7.4. Pevnosti přízí za sucha a za vlhka



Obr. č. 45) Namáčení přízí

Pevnosti byly měřeny podle normy ČSN ENISO 2062 (80 700) Textilie – Nítě na návinech – Zjišťování pevnosti a tažnosti jednotlivých nití při přetrhu na školní trhačce Tira Test 2300, následně byly hodnoty vyhodnoceny programem LabTest v. 3. Zkoušeno bylo 25 vzorků od každé cívky. Nit byla upnuta do čelistí ve vzdálenost 500mm±2mm a protahována do prasknutí rychlostí 500mm/min. Stanovené předpětí

bylo pro skané příze 295mN a pro jednoduchou přízi 250mN.

Pro porovnání byla pevnost za sucha i za vlhka měřena nejen na přízi z bambusové viskózy (rezná, barvená), ale také na bavlněné přízi a viskózové přízi. Od každé cívky bylo odvinuto 100m, které se následně namočily na 24 hodin do destilované vody. Na obrázku číslo 46 vidíme trhačku Tira Test 2300 připojenou na počítačovou techniku.

Obrázek č. 46) Trhačka



### 7.4.1. Výsledky pevnosti a pružnosti přízí

Program Lab test vyhodnotil Amax - maximální prodloužení, Fmax - maximální sílu, E – Yangův modul pružnosti, t – čas trvání zkoušky (do přetrhu).

Příze z bambusové viskózy režná - za sucha	Amax	Fmax	E	Amax	t
Jednotky	mm	N	MPa	%	sec
Počet zkoušek	25	25	25	25	25
Průměrná hodnota zkoušek	42,68181	1,91797	65,74	8,54	25,78
Směrodatná odchylka zkoušek	11,18722	0,35128	15,61	2,24	6,94
Variační koeficient zkoušek	26,21075	18,3151	23,75	26,21	26,94
Minimální hodnota zkoušek	15,0407	1,29215	19,92	3,01	9,02
Maximální hodnota zkoušek	55,72312	2,96651	93,16	11,14	36,18

Tabulka č. 22) Příze bambusová viskóza režná – za sucha

Příze z bambusové viskózy režná - za vlhka	Amax	Fmax	E	Amax	t
Jednotky	mm	N	MPa	%	sec
Počet zkoušek	25	25	25	25	25
Průměrná hodnota zkoušek	71,21448	5,64554	41,98	14,24	42,79
Směrodatná odchylka zkoušek	13,10133	1,4755	17,64	2,62	7,77
Variační koeficient zkoušek	18,39701	26,1357	42,02	18,4	18,15
Minimální hodnota zkoušek	45,05097	4,07347	19,37	9,01	27,02
Maximální hodnota zkoušek	91,93536	8,75541	79,24	18,39	55,12

Tabulka č. 23) Příze bambusová viskóza režná – za vlhka

Příze z bambusové viskózy barvená - za sucha	Amax	Fmax	E	Amax	t
Jednotky	mm	N	MPa	%	sec
Počet zkoušek	25	25	25	25	25
Průměrná hodnota zkoušek	92,82085	9,48403	124,19	18,56	55,85
Směrodatná odchylka zkoušek	4,73376	1,70407	4,63	0,95	2,77
Variační koeficient zkoušek	5,09989	17,96781	3,73	5,1	4,95
Minimální hodnota zkoušek	84,75757	8,29522	116,84	16,95	50,78
Maximální hodnota zkoušek	100,21339	16,25906	132,88	20,04	60,06

Tabulka č.24) Příze bambusová viskóza barvená – za sucha

Příze z bambusové viskózy barvená -za vlhka	Amax	Fmax	E	Amax	t
Jednotky	mm	N	MPa	%	sec
Počet zkoušek	25	25	25	25	25
Průměrná hodnota zkoušek	75,63557	5,09351	32,82	15,13	45,35
Směrodatná odchylka zkoušek	13,38752	0,53875	7,02	2,68	8,03
Variační koeficient zkoušek	17,70004	10,5771	21,38	17,7	17,7
Minimální hodnota zkoušek	54,8003	4,06511	22,76	10,96	32,86
Maximální hodnota zkoušek	103,0686	6,12308	49,36	20,61	61,82

Tabulka č. 25 – Příze bambusová viskóza barvená – za vlhka



Viskózová příze- za sucha	Amax	Fmax	E	Amax	t
Jednotky	mm	N	MPa	%	sec
Počet zkoušek	25	25	25	25	25
Průměrná hodnota zkoušek	42,68181	1,91797	65,74	8,54	25,78
Směrodatná odchylka zkoušek	11,18722	0,35128	15,61	2,24	6,94
Variační koeficient zkoušek	26,21075	18,3151	23,75	26,21	26,94
Minimální hodnota zkoušek	15,0407	1,29215	19,92	3,01	9,02
Maximální hodnota zkoušek	55,72312	2,96651	93,16	11,14	36,18

Tabulka č. 26) Příze z viskózy – za sucha

Viskózová příze - za vlhka	Amax	Fmax	E	Amax	t
Jednotky	mm	N	MPa	%	sec
Počet zkoušek	25	25	25	25	25
Průměrná hodnota zkoušek	44,26775	1,61354	16,21	8,85	26,61
Směrodatná odchylka zkoušek	10,20629	0,39822	5,89	2,04	6,15
Variační koeficient zkoušek	23,05582	24,6798	36,36	23,06	23,1
Minimální hodnota zkoušek	30,68864	1,0617	10,37	6,14	18,42
Maximální hodnota zkoušek	66,20126	2,24803	38,46	13,24	39,7

Tabulka č. 27) Příze z viskózy – za mokra

Bavlněná příze – za sucha	Amax	Fmax	E	Amax	t
Jednotky	mm	N	MPa	%	sec
Počet zkoušek	25	25	25	25	25
Průměrná hodnota zkoušek	22,1415	5,71679	172,07	4,43	13,51
Směrodatná odchylka zkoušek	2,83617	0,39227	44,31	0,57	1,96
Variační koeficient zkoušek	12,8093	6,86179	25,75	12,81	14,5
Minimální hodnota zkoušek	13,61486	4,98201	100,71	2,72	8,18
Maximální hodnota zkoušek	26,38686	6,33333	313,33	5,28	18,16

Tabulka číslo 28) Příze z bavlny – za sucha

Bavlněná příze – za vlhka	Amax	Fmax	E	Amax	t
Jednotky	mm	N	MPa	%	sec
Počet zkoušek	25	25	25	25	25
Průměrná hodnota zkoušek	23,69412	6,1409	113,09	4,74	15,66
Směrodatná odchylka zkoušek	3,65562	0,76579	25,26	0,73	4,77
Variační koeficient zkoušek	15,4284	12,4703	22,33	15,43	30,46
Minimální hodnota zkoušek	18,3625	4,09296	77,94	3,67	11,04
Maximální hodnota zkoušek	32,45924	7,67212	172,26	6,49	32,22

Tabulka číslo 29) Příze z bavlny – za vlhka

V tabulce číslo 30 porovnáváme absolutní prodloužení a Yangův modul pružnosti u jednotlivých přízí vždy za mokra a za sucha jeden druh mezi sebou jelikož mají různé seskání, jemnosti, zákruty. U bambusové viskózy rezné bylo absolutní prodloužení vyšší za vlhka, modul pružnosti za sucha. U bambusové viskózy absolutní prodloužení vyšší za

sucha, modul pružnosti za sucha. U viskózy a bavlny se hodnoty měnily pouze u Yangova modulu pružnosti.

Tabulka číslo 30) Souhrn absolutního prodloužení, Yangova modulu pružnosti

Příze	Úprava	Amax[mm]	E [MPa]
Bambusová viskóza - rezná	Za sucha	42,68181	65,74
	Za vlhka	71,21448	41,98
Bambusová viskóza - barvená	Za sucha	92,82085	124,19
	Za vlhka	75,63557	32,82
Viskózová příze	Za sucha	42,68181	65,74
	Za vlhka	44,26775	16,21
Bavlněná příze	Za sucha	22,1415	172,07
	Za vlhka	23,69412	113,09

## 8. VYHODNOCENÍ A DISKUZE VÝSLEDKŮ PRÁCE

Vyhodnocení a diskuze výsledků experimentální části se vztahuje hlavně na:

- Získávání bambusového vlákna a výtěžnost metod
- Srovnání vybraných vlastností získaných bio bambusových vláken, bambusové viskózy
- Srovnání vybraných vlastností na přízích z bambusové viskózy
- Marketingové hledisko, ekonomické hledisko

### 8.1. Získávání bambusového vlákna a výtěžnost metod

Pro tento experiment byla zakoupena bambusová rostlina *Fargesia murieale*. K získávání bylo použito dvou metod. Jako první způsob byla zvolena klasická metoda podobná získávání lýkových vláken - vlákna prošla přípravou (rosení, máčení, sušení). Pak se rovnou lisovala a vyčesávala se na hřebínku. Jako druhý způsob byl proveden experiment s tlakovým hrcem a sušičkou. Stébla se máčela, usušila a nechala vařit, aby změkla a poté se sušila ve školní sušičce následovalo vyčesávání. Metody se tedy lišili dalšími průpravními činnostmi, které měli přispět k lepšímu vyčesání vláken.

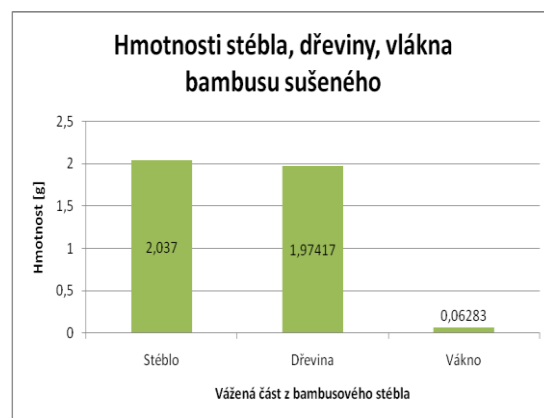
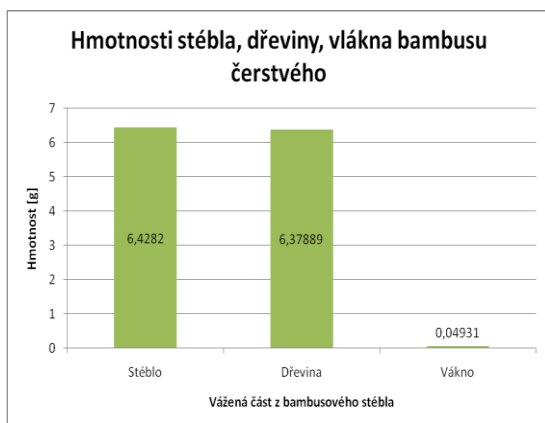
V tomto experimentu byl nejvíce výtěžný bambus vařený, nejméně bambus čerstvý. U vařeného bambusu šla vlákna nejlépe vyčesávat. Bylo to způsobené změknutím tvrdé dřeviny. Ovšem získaná vlákna byla bohužel obalená dřevinou. Jen několik málo vláken se

podařilo ojednotit. Zvolené metody mechanického získávání mají velmi malou výtěžnost. Těmito metodami vlákna sklízet nelze. Můžeme se domnívat, že to způsobila navržená technologie, druh bambusu, stáří bambusu nebo doba procesu, či zvolené pomůcky, přístroje, přísady, fyzickým vyčerpáním sklízejícího, neboť tato metoda je velice namáhavá.

Firma Litrax GmbH úspěšně extrahuje přírodní bio vlákna bambusu přímo z lýka stébla, dělá to enzymaticky podobně jako u lnu. Přírodní bio bambusové vlákno je vyrobeno ze 100% přírodních zdrojů s použitím high- tech procesu (enzymaticky, bez chemických látek, dlouhá životnost vláken). Bohužel se nepodařilo od společnosti zjistit, jakým způsobem vlákna získávají. Jakou komerční technologii používají. Pravděpodobně to je jejich „know how“ a tuto technologii si pečlivě střeží. Nevíme, jakým způsobem podporují kvasné procesy, jakou přísadu používají do máčecí lázně, aby se tvořily potřebné enzymy.

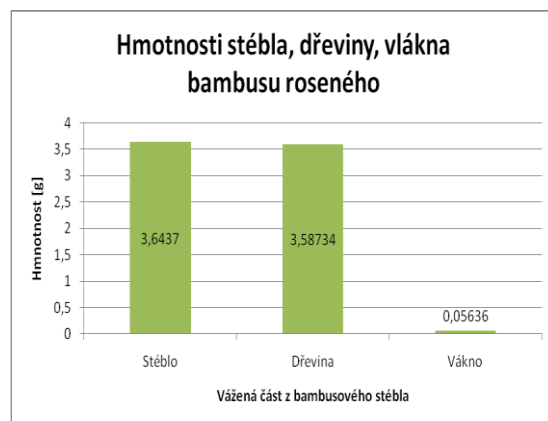
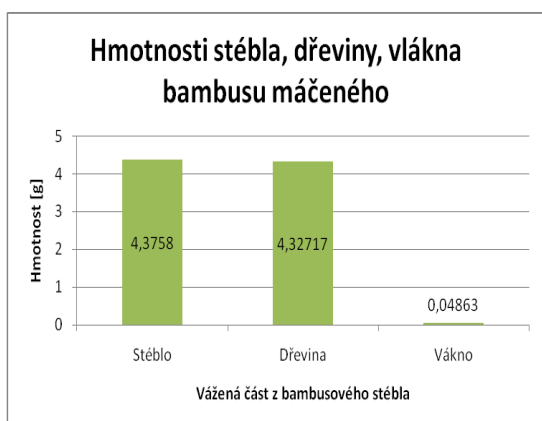
Bambusová vlákna jsou podstatně dražší než běžná bavlněná vlákna i viskózová. Použití materiálu vyrobeného z bambusu se pak samozřejmě odrazí i v konečné ceně výrobku. I přes to jsou u zákazníků velice oblíbené produkty a jsou ochotni si je kupovat, protože použitou technologií si vlákna zachovávají své původní jedinečné vlastnosti. Tyto vlastnosti byly zkoumané a bylo potvrzeno, že při chemické výrobě bambusové viskózy se právě tyto vlastnosti snižují. Patří tam zejména již zmíněné antibakteriální a deodorační schopnosti.[11] Zkoumání těchto vlastností bohužel nebylo možné z více důvodů. Problematiku antibakteriality se zabývala ve své Diplomové práci Protivová S. V dané práci nebyla antibakteriálníta prokázána. [17]

### 8.1.1. Grafická znázornění hmotnosti částí stébla, výtěžnosti



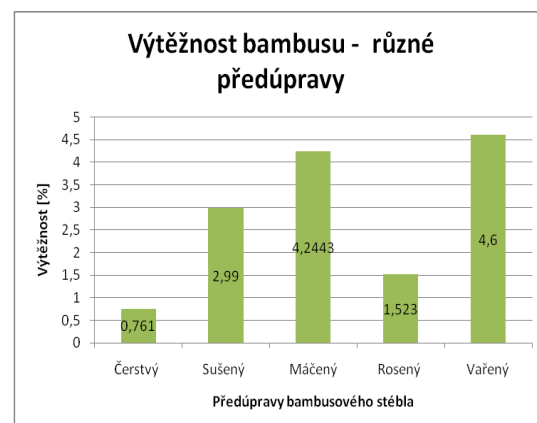
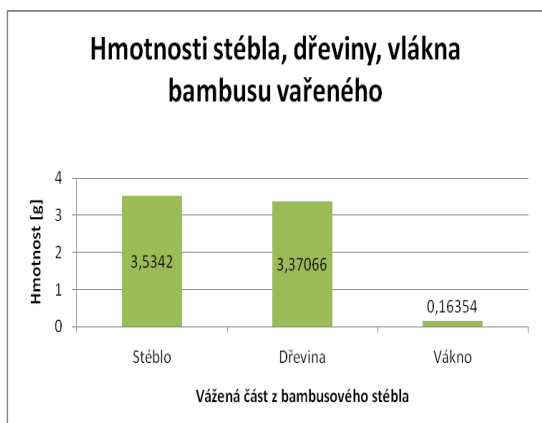
Graf číslo 11) Hmotnosti stébla čerstvého

Graf číslo 12) Hmotnosti stébla sušeného



Graf číslo 13) Hmotnosti stébla máčeného

Graf číslo 14) Hmotnosti stébla roseného



Graf číslo 15) Hmotnosti stébla vařeného

Graf číslo 16) Výtěžnost různých předúprav stébel

Z grafů vidíme, že nejvíce výtěžný bylo stébla s předúpravou vaření, nejméně s čerstvým. Kdyby se použilo jiných metod, přísad a technologie docílilo by se možná lepších výsledků. Tyto technologie jsou tajemstvím firmy, které si tají pro své potřeby.

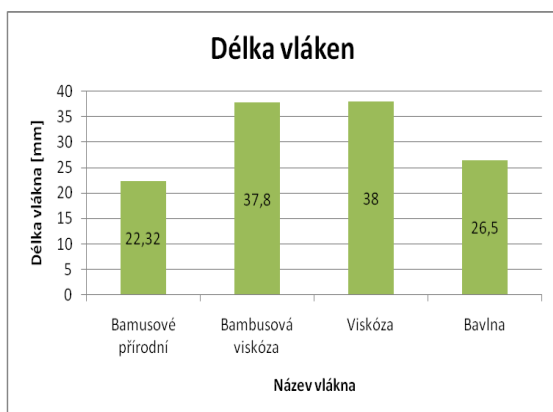
## **8.2. Srovnání vybraných vlastností získaných bio bambusových vláken, bambusové viskózy**

Získaná bio bambusová vlákna z obou metod byla proměřena. Nejdelší vlákna se vytěžila z bambusu vařeného v průměru 24mm. Nejkratší vlákna se získala z bambusu sušeného. Mohlo to být způsobeno přípravou, stéblo vařeného bambusu bylo více ohebné, změkklé. U sušeného se dřevina nějak nezměkčovala. Bavlněné vlákno nabývá podobné délky 26,5mm. Vlákna obou druhů viskózových vláken byla nařezána na staplovou délku a ta je 38mm.

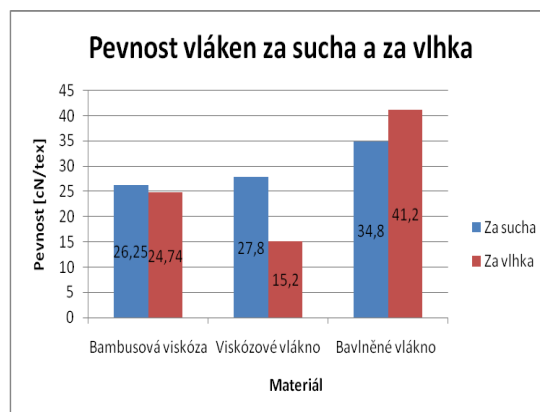
Průměrná jemnost bambusové viskózy, viskózy a bavlny je kolem 2dtex, zatímco bambusové vlákno získáváno z bambusové rostliny získávané společností LITRAX GmbH je hrubší 5,8dtex.

I když vlákna byla obalená dřevinou, pro zajímavost se provedlo měření absolutního protažení a Yangova modulu na trhačce Tiratest 2300. Absolutní protažení bylo největší u bambusu vařeného, Yangův modul pružnosti u bambusu čerstvého. Snímky REM bambusových vláken ukázaly charakteristické znaky pro vlákna celulózová. Podobné obrázky bychom viděli například na snímku dřeva smrku, borovice, ale i dalších dřevin. Jsou to viditelné díry, okénka. Snímky bambusové viskózy potvrdily, že se jedná o regenerovanou viskózu. Ukázaly charakteristické pruhování způsobené při zvlákňování přes trysku, a obláčkový příčný řez bez lumenu. Výsledné měření pevnosti testovaných vláken za sucha i za vlhka, prokázalo, že pevnost bavlněného vlákna je lepší než u viskózových. Jako u jediného ze tří vzorků se pevnost za mokra zvýšila. Pokud jde o tažnost vláken, teak viskózová a regenerovaná celulózová vlákna z bambusu vykazují velice podobné vlastnosti a chování. Pevnost těchto dvou vláken za vlhka klesá, za sucha vykazují poměrně dobré vlastnosti.

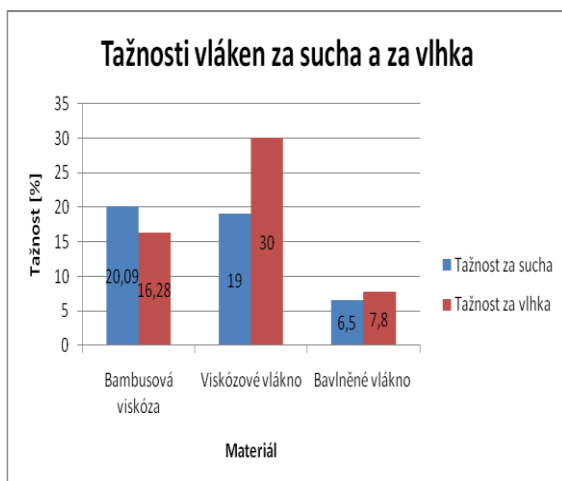
## 8.2.1. Grafické znázornění některých vybraných vlastností



Graf číslo 17) Délka vláken



Graf číslo 18) Pevnost vláken za sucha a za vlhka



Graf číslo 19) Tažnosti vláken za sucha a za vlhka

Objektivní měření se nemohlo provést u bambusového vlákna získávaného z bambusu mechanickým způsobem, protože se nevytěžil dostatek vláken. Prokázalo se ovšem, že viskózová vlákna ztrácí za vlhka svou pevnost, zatímco u bavlny se zvyšuje.

## 8.3. Srovnání vybraných vlastností na přízích z bambusové viskózy

Měření bylo provedeno na základě potřeby ověření pevnosti příze z bambusové viskózy za vlhka a za sucha.

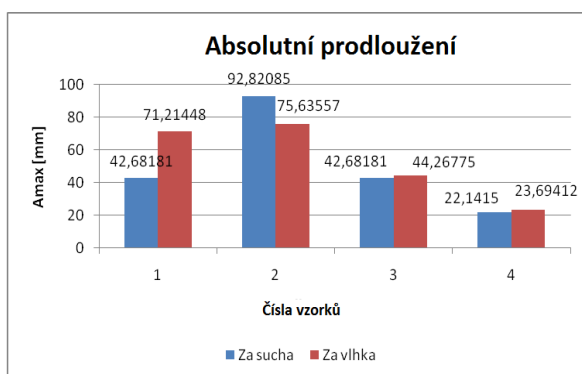
Pozitivní přínos – Viskózová příze z bambusu má lepší hodnoty v měření savosti vzlínavostí, nejvíce vzlínala bambusová viskóza rezná.

Negativní přínos – Viskózová příze za mokra ztrácí na pevnosti, proto se musí dávat viskózová příze zejména do útku, tam není produkt tak namáhán.

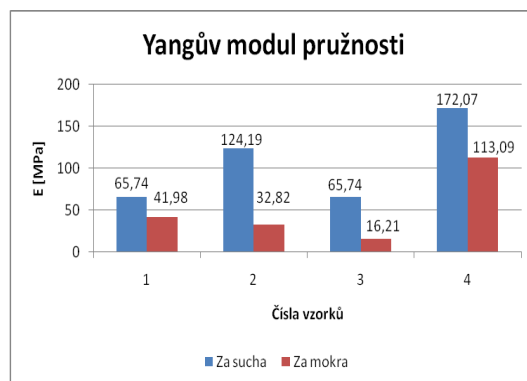
Na snímkách REM v kapitole 7. 2. se opět prokázalo, že se jedná příze z bambusové viskózy.

Jelikož příze měli jiné zákruty, jemnosti i seskání, domnívám se, že i použití budou mít jiné.

Např. savost vzlínavostí u bavlněné příze, která jinak vykazuje výborné užitné vlastnosti savosti, sála ze všech vzorků nejméně. Může to být způsobené trojím seskáním. A vysokým počtem zákrutů. Bavlněná příze se může použít na tkaní pevné, husté tkaniny např. damašku. Bavlněná příze svou pevnost za vlhka zvyšuje. Zatímco oba druhy viskózových přízí jsou na tom, co se týče pevnosti podobně. Za vlhka jejich pevnost snižuje.



Graf číslo 20) Absolutní prodloužení přízí



Graf číslo 21) Yangův modul pružnosti

## 8.4. Marketingové hledisko, ekonomické hledisko

Výrobky z bambusové viskózy ve světě, ale i u nás zaznamenávají určitý boom na trhu. Existuje málo výrobců, kteří vyrábějí příze z bio bambusu, protože to je proces více složitý a pracný. Výrobky z bambusové viskózy lákají pro netradičnost použitého vlákna, pro vlastnosti, které se tomuto vláknu přisuzují. Materiál (příze) z bambusové viskózy dodávají zahraniční dodavatelé. Za cenu dvojnásobnou ceny bavlněné příze. Tato cena se pak v konečné fázi projevuje navýšením ceny hotového výrobku o 30 – 50% než by stál výrobek z bavlny.

## Závěr

Tato práce podává informace o bambusové rostlině a jeho využitím v textilním průmyslu. Bambus je velice užitečný a potřebný pro spoustu národů, kteří se bez něj dnes už stěží obejdou. Jako přednost v pěstování je to, že jsou pěstovány bez použití pesticidů, nemusí se každoročně vysazovat a pomáhají přírodě např. v zlepšení ovzduší nebo zadržování vody v kořenech v době sucha. Pro svoji vysokou rychlost růstu se bambus stává žádaným alternativním zdrojem materiálu. V naší republice ještě nevznikl žádný rozsáhlý výzkum této zázračné rostliny, využitím v textilním průmyslu. Vývoj technologií a výrobků vyžaduje vysoké náklady což je shledáno jako velký problém. Možná to bude i tím, že u nás se bambus pěstuje hlavně jako okrasná rostlina do našich zahrad nebo jako krmivo pro zoologické zahrady a ne pro průmyslové využití.

V této práci jsem zkoumala různé metody získávání. Ukázalo se, že nejvýhodnější je regenerovat bambus na viskózu. Ale jsem toho názoru, že dříve se jistě používali jiné metody, pomůcky, přísady a hlavně jiné technologické postupy, kterými se získávalo dostatečné množství bio vláken pro výrobu příze, a jejím použitím bychom dosáhli podobných výsledků. Zkoumání bambusových vláken a regenerovaných celulóзовých vláken vyráběných z bambusu bylo provedeno na základě různých tvrzení. Výrobky z bambusové viskózy jsou totiž žádané pro svou vysoce efektivní reklamu propagující výborné vlastnosti, které prodávající většinou nemají podložené. Potvrdilo se, že bambusová viskóza opravdu vykazuje některé lepší vlastnosti, pro které jsou výrobky z ní tak oblíbené.

Zvoleným způsobem technologie získávání bambusového vlákna se mění i jeho vlastnosti. Chemickou výrobou své původní přírodní vlastnosti ztrácí na síle, proto se výrobky vylepšují úpravami. Např. antibakteriální úpravou příze používané na ponožky, které pak dlouho nevykazují zápach. Díky struktuře příze jsou výrobky savé, ale i vzdušné a propouští pot. V dnešní době, kdy se přemýšlí nad tím, co bude po vyčerpání neobnovitelných zdrojů, jako je ropa. Je zkoumání alternativních zdrojů, z kterých se dá vyrábět velice potřebné. Přece jen příroda nám nepatří, jen ji máme půjčenou a měli bychom se podle toho chovat.



## Použité zdroje

- [1] KEBEL, F.: Technologie chemických vláken, Praha: SNTL, 1977
- [2] C. A. Fuentes, L.Q.N. Tran, C. Dupont-Gillain, W. Vanderlinden, S. De Feyter, A.W.VanVuure, I.Verpoest, Wetting behaviour and surface properties of technical bamboo fibres, Colloids and Surfaces A.: Physicochemical and Engineering Aspects, Elsevier, 2010.
- [3] Xiaobo Li B.S. Beijing Forestry University, 1999, M.S. Chinese Academy of Forestry, 2002. : Physical, Chemical, and Mechanical properties of bamboo and its utilization potential for fiberboard manufacturing, 2004
- [4] ERBERTS, Friedrich. Bambus: Rebo, Dobřejovice 2007
- [5] <http://www.bambusy.cz/> [online 12. 4. 11]
- [6] <http://www.bamboo-inspiration.com/bamboo-harvesting.html> [online 14. 4. 11]
- [7] <http://www.marvel-bamboo.cz/view.php?cislocclanku=2008010002> [online 16. 4. 11]
- [8] <http://www.bambootech.cz/ekologie.html> [online 16. 4. 11]
- [9] <http://www.kongfi.com/new.htm> [online 23. 2. 11]
- [10] [http://www.cirfs.org/frames\\_03\\_02.htm](http://www.cirfs.org/frames_03_02.htm) [online 3. 2. 11]
- [11] ERDUMULU N., OZIPEK B.: Investigation of Regenerated Bamboo Fibre and Yarn Characteristics. FIBRES A TEXTILES in Eastern Europe, 2008
- [12] HLADÍK, V.: Textilní materiály, SNTL Praha, 1984
- [13] Čerpáno online 18. 4. 11 <http://www.litrax.com/fibers-natural-11.html>
- [14] Hardin I. R., Wilson S.S., Dhandapani R., Dhende V.: An Assessment of Validity of Claims for „Bamboo“ Fibers. AATCC Review, American Association of Textile Chemists and Colorists, October 2009.
- [15] [www.havlis.cz](http://www.havlis.cz) [online 19. 4. 11]
- [16] [http://vct.tul.cz/prac\\_fyz\\_vl4.php](http://vct.tul.cz/prac_fyz_vl4.php) [online 1. 5. 11]
- [17] PROTIVOVÁ, S.: Diplomová práce – Optimalizace biocidního testu pro kontrolu textilií, TUL, 2011

**Převzaté obrázky:**

- [1] [http://www.magimaxclub.net/index.php?s=hlasuj/exoticke\\_rastliny\\_hlasuj](http://www.magimaxclub.net/index.php?s=hlasuj/exoticke_rastliny_hlasuj)  
[online 12. 4. 11]
- [2] <http://www.bamboo-inspiration.com/bamboo-harvesting.html> [online 14. 4. 11]
- [3] C.A. Fuentes, L.Q.N. Tran, C. Dupont-Gillain, W. Vanderlinden, S. De Feyter, A.W. VanVuure, I. Verpoest, Wetting behaviour and surface properties of technical bamboo fibres, *Colloids and Surfaces A.: Physicochemical and Engineering Aspects*, Elsevier, 2010.
- [4] <http://www.bamboosk.sk/bamboosk/index.php?pgname=vlakna&PHPSESSID=2774c01cc18ff567ce29ac8a1c307a40> [ online 16. 4. 11]
- [5] <http://www.kongfi.com/new.htm> [ online 23. 2. 11]
- [6 ] <http://www.litrax.com/fibers-natural-11.html> [online 18. 4. 11]
- [7] [http://vct.tul.cz/prac\\_fyz\\_vl4.php](http://vct.tul.cz/prac_fyz_vl4.php) [online 1. 5. 11]

**Převzaté tabulky a grafy:**

- [1] Xiaobo Li B.S. Beijing Forestry University, 1999, M. S. Chinese Academy of Forestry, 2002.: Physical, Chemical, and Mechanical properties of bamboo and its utilization potential for fiberboard manufacturing, 2004
- [2] Grafy vypracoval software přístrojů Vibrodyn a Vibroskop