

# Účinky potravinových doplňků na bázi rostlinných kanabinoidů na mechanické vlastnosti vlasů

Klára Paroušková

---

Bakalářská práce  
2021



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická  
Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky

Akademický rok: 2020/2021

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE** (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Klára Paroušková**  
Osobní číslo: **T18517**  
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Technologie výroby tuků, kosmetiky a detergentů**  
Forma studia: **Prezenční**  
Téma práce: **Účinky potravinových doplňků na bázi rostlinných kanabinoidů na mechanické vlastnosti vlasů**

### **Zásady pro vypracování**

#### **I. Teoretická část**

1. Vypracujte literární studii na zadané téma.

#### **II. Praktická část**

1. Navrhněte a připravte experiment pro sledování vlivu užívání potravinového doplňku s obsahem konopí setého na kvalitu vlasu.
2. Provedte experiment ve spolupráci se skupinou probandů.
3. Vyhodnoťte získané výsledky mechanických vlastností vlasu.

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

**Seznam doporučené literatury:**

- [1] ANDRE, Christelle M., HAUSMAN, Jean-Francois, GUERRIERO, Gea. Cannabis sativa: The Plant of the Thousand and One Molecules. *Frontiers in Plant Science*. 2016, Vol. 7, Article Number: 19. ISSN: 664-462X.
- [2] MECHOULAM, R., HANUS, L. A historical overview of chemical research on cannabinoids. *Chemistry and Physics of Lipids*. 2000, Vol. 108 Issue 1-2, p1-13, ISSN: 0009-3084.
- [3] MENG, Qingfang, BUCHANAN, Beth, ZUCCOLO, Jonathan, POULIN, Mathieu-Marc, GABRIELE, Joseph, BARANOWSKI, David Charles. A reliable and validated LC-MS/MS method for the simultaneous quantification of 4 cannabinoids in 40 consumer products. *Plos One*. 2018, Vol. 13, Issue 5, Article Number: e0196396, ISSN: 932-6203.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Martina Černeková, Ph.D.**  
Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky

Datum zadání bakalářské práce: **2. ledna 2021**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **21. května 2021**

L.S.

---

**prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.**  
děkan

---

**doc. Ing. Marián Lehocký, Ph.D.**  
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 20. února 2021

## **PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užit své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

### **Prohlašuji,**

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne:

Jméno a příjmení studenta: Klára Paroušková

.....  
podpis studenta

## **ABSTRAKT**

Tato práce se zabývá mechanickými vlastnostmi lidských vlasů. Cílem práce bylo zjistit, jak ovlivní potravinové doplňky na bázi rostlinných kanabinoidů mechanické vlastnosti vlasů. Součástí práce je popis stavby, složení a růstového cyklu vlasů. Dále popis a složení kanabinoidů a jejich pozitivních vlivů na organismus.

Klíčová slova: vlas, mechanické vlastnosti, struktura vlasu, kanabinoidy, tahová zkouška, pružnost

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis deals with the mechanical properties of human hair. The aim of the thesis was to find out how the nutritional supplements based on plant cannabinoids affect the mechanical properties of hair. Part of the work is a description of the structure, composition and growth cycle of hair. Furthermore, the description and composition of cannabinoids and their positive effects on the organism.

Keywords: hair, the mechanical properties, hair structure, cannabinoids, tensile test, flexibility

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucí mé práce paní Ing. Martině Černekové, Ph.D. za cenné rady, odborné vedení, připomínky a trpělivost, kterou mi při psaní této práce věnovala. Dále mé poděkování patří doc. Dr. Ing. Vladimírovi Patovi za zpřístupnění přístrojů k měření a paní Ing. Mileně Kubišové, Ph.D. a Bc. Kateřině Hymlárové za pomoc při měření a zpracování dat. Mé další poděkování patří všem dobrovolnicím, které se účastnily tohoto experimentu. V neposlední řadě bych ráda poděkovala mé rodině a blízkým za pomoc a podporu během celého studia.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>10</b>
<b>1 LIDSKÝ VLAS</b> .....	<b>11</b>
1.1 STAVBA VLASU.....	11
1.1.1 Kutikula.....	11
1.1.2 Kortex.....	12
1.1.3 Medulla .....	12
1.1.4 Mezibuněčná hmota kůry .....	13
1.2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ VLASU .....	13
1.2.1 Bílkoviny.....	14
1.2.2 Aminokyseliny .....	14
1.2.3 Lipidy .....	14
1.2.4 Voda .....	15
1.2.5 Stopové prvky .....	15
1.3 CYKlickÁ AKTIVITA VLASU .....	15
1.3.1 Anagen .....	15
1.3.2 Katagen .....	16
1.3.3 Telogen.....	16
1.4 PŘÍTOMNOST KERATINŮ A LIPIDŮ V ETNICKÝCH VLASECH.....	17
1.4.1 Tenkovrstvá chromatografie a plameno ionizační detektor .....	17
1.4.2 Stanovení rentgenovým zářením.....	18
<b>2 KANABINOIDY</b> .....	<b>19</b>
2.1 ENDOKANABINOIDY.....	19
2.2 FYTOKANABINOIDY .....	19
2.3 SYNTENTICKÉ KANABINOIDY .....	20
2.4 ENDOKANABINOIDNÍ SYSTÉM A KANABINOIDNÍ RECEPTORY .....	20
2.4.1 Kanabinoidní receptor typu 1 (CB1).....	21
2.4.2 Kanabinoidní receptor typu 2 (CB2).....	21
2.5 TYPY KANABINOIDŮ .....	21
2.5.1 Kanabidiol (CBD) .....	21

2.5.2	Tetrahydrokanabiniol (THC) .....	22
2.5.3	Kyselina tetrahydrokanabinolová (THCA) .....	22
2.5.4	Kyselina kanabidiolová (CBDA) .....	22
2.5.5	Kanabichromen (CBC).....	23
2.5.6	Kanabigerol (CBG) .....	23
2.6	POZITIVNÍ ÚČINKY KANABINOIDŮ .....	23
<b>II</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>24</b>
<b>3</b>	<b>CÍL PRÁCE .....</b>	<b>25</b>
3.1	POPIS EXPERIMENTU .....	25
3.2	CANNASAN IMUNO .....	25
3.3	CHARAKTERISTIKA PROBANDŮ .....	26
3.4	PŘÍPRAVA VZORKŮ .....	28
3.5	TAHOVÁ ZKOUŠKA.....	30
3.6	MĚŘENÍ TLOUŠTKY VLASŮ .....	32
<b>4</b>	<b>VÝSLEDKY A DISKUZE .....</b>	<b>36</b>
4.1	TLOUŠTKA VLASŮ .....	36
4.2	TAHOVÁ ZKOUŠKA.....	39
4.3	SLEDOVÁNÍ STRUKTURY VLASŮ.....	56
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>59</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>60</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>63</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>64</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>65</b>
	<b>SEZNAM GRAFŮ .....</b>	<b>66</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>67</b>



## ÚVOD

Přestože má vlas mnoho funkcí, tak účes vždy hrál významnou kulturní a společenskou úlohu. V dobách středověku bylo běžné, že muži i ženy nosili dlouhé vlasy. Delší vlasy byly symbolem vyššího společenského postavení, bohatství a svobody. V dnešní době se mohou návyky nošení vlasů lehce odlišovat, přesto však vzhled a úprava vlasů je stále jedním ze společenských ukazatelů.

Zdravé vlasy nenarostou samy od sebe a nedokážou se o sebe starat bez pomoci. Základem zdravých vlasů je především dobrá péče, a to jak zevnitř, tak vně. Pravdou stále zůstává, že je třeba začít změnou stravovacích návyků, což se odrazí na celém těle. Vše začíná u buňky někde uvnitř vlasové pokožky ve vlasovém váčku. Keratin je základní stavební jednotka vlasů a je tvořen z různých aminokyselin, které jsou navzájem spojeny peptidickou vazbou. To, v jakém pořadí se aminokyseliny spojují, ale také počet různých druhů aminokyselin udává výslednou kvalitu vlasu. Tvorba keratinu je dána geneticky. Ovšem správnou vlasovou péčí nebo stravou můžeme tento proces ovlivnit ve prospěch kvality vlasů. V dnešní době je na trhu spousta přípravků, které ovlivňují kvalitu vlasů, přesto se však stále nové přípravky vyvíjí. [25, 26]

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 LIDSKÝ VLAS

Vlas společně s nehtem a kožními žlázami patří mezi kožní deriváty. Společně se vzpřimovačem vlasu a mazovou žlázou tvoří Pilosebaceózní jednotku. Vlas vyrůstá z vlasového folikulu, které můžeme najít téměř po celém těle, výjimkou jsou dlaně, plosky nohou, rty a oční víčka. Vlasový folikul je vchlípenina epidermis, která je tvořena vlasovou cibulkou obalenou vlasovou pochvou. Vlasová pochva je označení pro třívrstvý obal tvořený dvěma obaly epiteliálními a jedním obalem vazivovým. Tloušťka vlasu se pohybuje od 40 do 95 mikrometrů a je různá podle umístění, nejsilnější však bývají v týlní krajině. Vlas je zrohovatělá organická látka zvaná keratin. Po chemické stráce se z měkké bílkovinné hmoty prekeratinu rohovatěním mění na pevný keratin. Obsahuje uhlík, vodík, kyslík, dusík, železo, měď, zinek, jód, aminokyseliny (cystein, cystin, celin), proteiny, lipidy, vodu a pigment. Aminokyselina cystin obsahuje síru, která je schopna vytvářet můstky mezi dvěma bílkovinnými řetězci, které se navzájem zesilují. Voda tvoří až 32% hmotnosti vlasu a je velice nezbytná pro jeho zdraví a pevnost. Nejvyšší obsah vody je ve vlasovém kořínku, kde se také nachází největší počet aminokyselin, které na sebe váží vodu. Se stářím se poji ztráta schopnosti vlasu zadržovat vodu, a tím pádem jsou vlasy sušší a drsnější na dotek. Barva vlasů je dána barevným pigmentem melaninem obsaženým ve vlasové kůře. Melanin vytvářejí speciální pigmentotvorné buňky zvané melanocyty. Tyto melanocyty vytvářejí pigment pouze ve fázi růstu, který je pak přenášen do celého vlasu. S přibývajícím věkem pigmentu ubývá, vlasy prasknou a melanin je nahrazen vzduchovými bublinkami. Vlas je bílý nebo šedivý, obsahující pouze malé množství melaninu. [1-4]

### 1.1 Stavba vlasů

Všechny vlasy mají stejnou stavbu. Můžeme je rozdělit do tří hlavních částí, a to je vlasový kořen (*radix pili*), vlasový stvol (*scapus pili*) a koneček vlasu. Vlasový kořen je součástí vlasového folikulu, uložen ve škáře. Vlasový stvol je část vlasu nad povrchem kůže. Jedná se o keratinizované vlákno, které se postupně zužuje do konečku vlasu. Skládá se z kutikuly, kortexu a medully. [5]

#### 1.1.1 Kutikula

Kutikula je šupinatá vnější vrstva tvořící přirozený obal vlasu, který ho chrání před vnějšími vlivy. Je to vrstevnatá blána skládající se ze šupin, což jsou souběžně uspořádané plochy

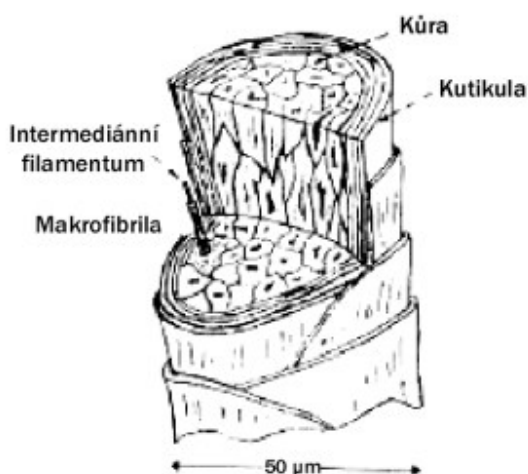
odumřelých buněk těsně na sebe přiléhajících. Jedna šupina překrývá druhou do tvaru schůdků. Jednotlivé vrstvy kutikulárních šupin pokryty velmi jemnou membránou, zvanou epikutikulou, jsou spojeny tmelem obsahujícím bílkoviny a tuky. Při správné funkci mazové žlázy je tato vrstva konzervována vlasovým mazem a vlas méně propouští škodliviny a vodné roztoky. Čím silnější je vlas, tím více vrstev kutikuly obsahuje. Její funkcí je sloužit jako tvrdý ochranný obal chránící vnitřní vláknité buňky kortexu. Předpokládá se, že morfologie kutikuly je ovlivněna povětrnostními vlivy, česáním a kartáčováním, přičemž u dlouhých vlasových vláken je patrnější větší poškození. [5, 6]

### 1.1.2 Kortex

Vlasový kortex či kůra je vláknitá vrstva tvořící vlasovou hmotu, která je složena z podlouhlých protáhlých a neživých větvenovitých buněk. Kortex můžeme rozdělit na orthokortex, parakortex a mezokortex. Jednotlivá vlákna tvoří nejnižší stavební jednotku mikrofibrilu. Ty se vzájemně seskupují do kruhů, vytvářejí snopečky a tím tvoří další stavební jednotku makrofibrilu. Tato vybudovaná část se nazývá orthokortex, jedná se o pravidelné uspořádání vlasového kortexu. Při nepravidelném uspořádání kortexu, tedy především u vlasů upravovaných barvením a odbarvováním vzniká parakortex. Tyto obě části se od sebe liší nejen fyzikálním a chemicky rozdílným složením aminokyselin, ale také různou chemickou reaktivitou. Rozdíl mezi jejich distribucí je důležitý faktor pro stanovení zakřivení lidského vlasového vlákna. Rovné vlasy mají tendenci mít symetrickou distribuci orthokortexu, parakortexu a mezokortexu, zatímco vlnité vlasy mají nesymetrickou distribuci. Jednotlivé mikrofibrily jsou spojeny buněčnými membránami a mezibuněčným tmelem. Toto stmelení výrazně zpevňuje stavbu vlasu. Dále v kortexu můžeme najít shluky pigmentových skvrn, vyobrazeny jako tmavé ostrůvky mezi keratinovými fibrilami. [6]

### 1.1.3 Medulla

Medulla neboli dřev se nachází v centrální části vlasu, avšak ne u všech typech. U dlouhých vlasů ji objevíme obvykle jen v kořítku, za to u chlupů po celém jeho obvodu. Zcela úplně chybí u lanuga a velusového vlasu. Dřev je tvořena sférickými buňkami navzájem spojenými buněčnými membránami. Její keratin má houbovitou strukturu s mnoha dutinkami a vysokým obsahem lipidů. Vliv dřevě na mechanické a chemické vlastnosti vlasu je zanedbatelný. [3,7,8]



Obrázek č. 1: Stavba vlasu pod stereomikroskopem

[27]

#### 1.1.4 Mezibuněčná hmota kůry

Komplex buněčné membrány je materiálem, který zaručuje soudržnost kortexu vlasové buňky. Existují různé typy těchto komplexů v závislosti na umístění, například kutikula-kutikula, kutikula-kortex a kortex-kortex. Tento komplex je složen z cytoplazmatických membrán dvou sousedních buněk, které jsou označovány jako  $\beta$ -vrstvy a přilnavého materiálu označovaného jako  $\delta$ -vrstvy. Obecná struktura membrány je tvořena jednou proteinovou  $\delta$ -vrstvou obalenou z obou stran dvěma tukovými  $\beta$ -vrstvami.  $\delta$ -vrstva má vysoký obsah polárních aminokyselin, zatímco  $\beta$ -vrstvy jsou proteino-lipidové struktury. Jsou v nich obsaženy hlavně polární lipidy, estery vosku a cholesterolu, skvalen, kyselina palmitová, stearová a olejová. Ve skutečnosti většina mastných kyselin v  $\beta$ -vrstvách membránových komplexů kutikula-kutikula, jsou kovalentně vázány a většina mastných kyselin v  $\beta$ -vrstvách kortex-kortex jsou nekovalentně vázány. Další důkazy naznačují, že mastné kyseliny v komplexů buněčných membrán kutikula-kutikula jsou jednovrstvé, zatímco v kortex-kortex jsou mastné kyseliny dvojevrstvé. [9]

## 1.2 Chemické složení vlasu

Většina vřetenovitých buněk kortexu je tvořena keratinem. Po molekulární stránce je keratin spirálovitý protein. Ve vlasovém vláknu jsou obsaženy dva druhy keratinu. První typ

obsahuje aminokyselinové zbytky, druhý typ aminové zbytky. Jedno vlákno prvního typu a druhé vlákno druhého typu se navzájem spojují do šroubovice za vzniku spirálovitého dimeru. Tyto dimery se mohou navzájem spojovat za vzniku antiparalelních tetramerů. Spojením tetramerů vznikají protofilamenta. Osm protofilamentů vytváří jedno intermediální vlákno, které má v průměru asi 7,5 nm. Intermediální vlákna mají vysoký obsah sulfidů a dohromady vytvářejí makrofibrily, které mají v průměru 0,1-0,4  $\mu\text{m}$ . Makrofibrily dávají dohromady strukturu vřetenovitých buněk kortexu. Vlasová vlákna obsahují 65–95 % bílkovin v závislosti na vlhkosti, až 32 % vody a 1-9 % lipidů. Zbytek, tedy méně jak 1 %, tvoří lipidové pigmenty a jiné složky, jako mohou být například stopové prvky. [9]

### 1.2.1 Bílkoviny

Hlavní složkou vlasu je protein keratin, který můžeme najít ve vlně, nehtech, drápech a rohů. Ve vlasu jsou bílkovinné řetězce dvou různých struktur: a) neuspořádaná struktura, b) uspořádaná struktura. Pro neuspořádané proteinové řetězce je charakteristické, že jsou silněji zesíťované než uspořádané (šroubovité) oblasti. Jsou stabilizovány vazbami vodíku a chovají se jako krystalická struktura. Při kontaktu vodou neuspořádané oblasti silně bobtnají, zatímco uspořádané oblasti vodu nepřijímají. Keratinové materiály jsou kategorizovány jako  $\alpha$ -keratin, pokud mají spirálovitou sekundární strukturu, nebo jako  $\beta$ -keratin, pokud jsou ve tvaru listů. Ve vlasu jsou bílkovinné řetězce dvou různých struktur. [2,10]

### 1.2.2 Aminokyseliny

Hlavní složkou keratinu je cystein, jejíž zbytek poutá jednotlivá vlákna keratinu bisulfidickými můstky. Chemické reakce, ale i sluneční záření způsobuje rozpad bisulfidických můstků a vytváření nových vazeb. Výrazně více cysteinu je obsaženo ve vlasech mužů a v tmavých vlasech. Panenské vlasy, tedy ty, které nepodstoupily trvalou ondulaci, rovnání ani barvení je obsaženo všech 21 aminokyselin. [10]

### 1.2.3 Lipidy

Lipidy jsou rozptýleny po celém vlasovém vláknu. Převážně jsou tvořeny estery cholesterolu, volných mastných kyselin, cholesterolem a ceramidy. Ty lze rozdělit na exogenní a endogenní lipidy podle jejich původu, lipidy z mazových žláz nebo buněk vlasové matrice. [10,11]

#### 1.2.4 Voda

Množství vody ve vlasech hraje zásadní roli v jejich vlastnostech. K sorpci vody přispívají jak polární postranní řetězce bílkovin, tak peptidické vazby. [10]

#### 1.2.5 Stopové prvky

Stopové prvky jsou ve vlasech přítomny ve formě iontů. Je to například Ca, Mg, Sr, B, Al, Na, K a Zn. Velká část stopových prvků pochází z potu, z vody, kosmetických přípravků, ale také z ovzduší. Obecně nejsou volné, ale chemicky vázané na postranní řetězce bílkovin a volné mastné kyseliny. Zastoupení jednotlivých stopových prvků je individuální. Výrazně se mění podélně, od kořene ke konečku, i napříč vlasového stvolu. Jejich obsah také závisí na růstové fázi, ve které se vlas nachází. [10]

### 1.3 Cyklická aktivita vlasu

Cyklicita spočívá v neustálém střídání period růstu z periody klidu a degradace, kdy je vlas nahrazen vlasem novým. U většiny savců cykly jednotlivých folikulů probíhají na začátku života synchronizovaně, avšak časem mohou dospět do „mozaikového modelu“, kdy můžeme v jakékoliv oblasti těla najít vlasy v různých fázích cyklu. Zdraví lidé mají většinu vlasů (84 %) ve fázi anagenu, ve fázi katagenu asi 1 % a ve fázi telogenu asi 15 %. Vlasové folikuly se od sebe liší, jednak v délce trvání cyklu, tak v délkách jednotlivých fází. Tyto dva parametry se potom nezávisle na sobě v průběhu života mění, např. vlivem nemocí, léků, nedostatku živin nebo stářím. [7,12]

#### 1.3.1 Anagen

Anagen je růstová fáze, ve které dochází ke kompletní tvorbě vlasu a jeho kořenových pochev. Obnova vlasového folikulu spočívá na zárodečných buňkách, majících schopnost dělit a diferencovat se. Proliferací těchto buněk fáze začíná. Buňky vrůstají do škóry, kde v průběhu dochází k diferenciaci na všechny vrstvy vlasového folikulu. Poté, co buňky dosáhnou určité hloubky, obalí dermální papilu. Papila je spojena cévní smyčkou s krevním oběhem přivádějícím do ní výživné látky, zejména aminokyseliny. Buňky se dělením posouvají směrem nahoru a průběžně zastavují svou metabolickou aktivitu a keratinizují. Anagenní růstová fáze trvá 3-7 let u vlasu terminálního, velusového pak 40-80 dní. [7,12]

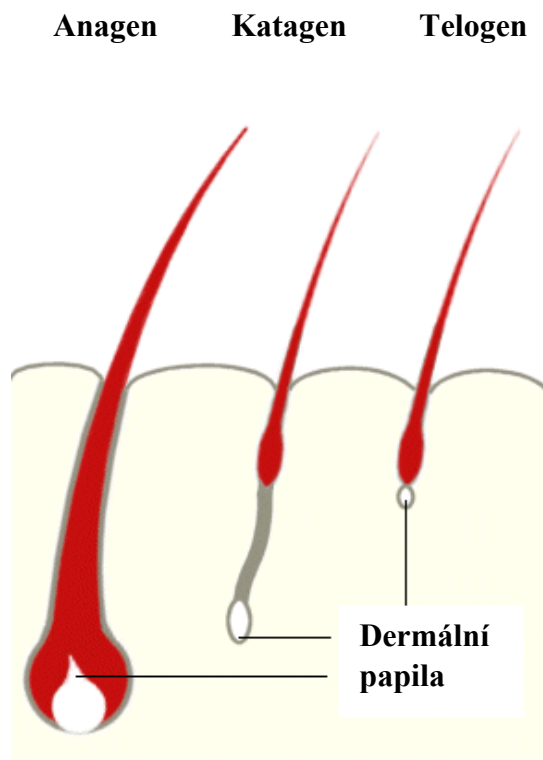
### 1.3.2 Katagen

Katagenní fáze je přechodná. Dochází v ní k zástavě růstu vlasu a degeneraci spodní vrstvy vlasového folikulu. V průběhu má být celý folikul připraven na začátek nového cyklu. Na začátku cyklu spodní část folikulu se zkracuje a společně s kořenem vlasu prorůstá kůží směrem vzhůru. Za sebou zanechává provazec epitelových buněk a kolagenních vláken, který vyplňuje volný prostor. Vlivem úbytku mezibuněčné hmoty dojde ke zmenšení objemu dermální papily. V papile se zastavuje zásobování vlasu, což vede k zastavení buněčného dělení. Papila zůstává na bázi katagenního folikulu jako shluk buněk. Vlasový váček se ve spodní vrstvě zužuje a vlasová cibulka roste. Trvá jen 3-4 týdny. [7,12]

### 1.3.3 Telogen

Telogenní fáze je fází klidu, odpočinku. Když vlasové folikuly vstoupí do telogenu, tak vysypou jejich poslední buňky na konec vlákna. Tato hruška buněk působí jako kotva držící vlasové vlákno ve vlasovém folikulu. Vlas se postupně uvolní z papily a pomalu se posouvá směrem nahoru, kde zůstává v ústí mazové žlázy. Folikul zůstává ve svrchní části šikary. Buňky cibulky nevykazují téměř žádnou DNA a RNA syntézu. V průběhu telogenní fáze začíná v papile nová růstová fáze a cyklus růstu vlasu začíná od začátku. Nový vlas vytlačuje starý vlas, nebo starý vlas byl již vytažen velmi malou silou, protože telogenní vlas již není tak pevně ukotven, jako anagenní. Tato fáze trvá 3-4 měsíce, než folikuly pokožky hlavy vstoupí do anagenní fáze a cyklus se opakuje. [5,7,12]





Obrázek č. 2: Cyklus růstu vlasu

[5]

## 1.4 Přítomnost keratinů a lipidů v etnických vlasech

Vezmeme-li v potaz panenské vlasy, které jsou zcela nedotčeny a chemicky neupraveny, můžeme zařadit vlasy podle třech rozdílných etnických skupin: asijské, kavkazské a africké. Jejich rozdíly jsou nejen biologické, ale také se liší přítomností obsahu lipidů ve vlasech. To bylo zjištěno díky následujícím metodám. [11]

### 1.4.1 Tenkovrstvá chromatografie a plamenový ionizační detektor

K určení rozdílu ve vnitřních lipidech byla použita tenkovrstvá chromatografie a následně plamenový ionizační detektor. Výsledkem bylo zjištění, že asijské a kavkazské vlasy obsahují přiměřeně stejný obsah lipidů, a to 2,0 %, zatímco africké vlasy 3,5 %. Dále bylo možné vypořádat, že všechny tři typy měly podobnou distribuci lipidů, tedy byly přítomny skupiny: estery cholesterolu, volné mastné kyseliny, mastné alkoholy, cholesterol, ceramid, glukosylceramid a cholesterol sulfát. Ale našly se rozdíly v jejich distribuci. Africké vlasy jsou bohatší na estery cholesterolu a cholesterol sulfát, ale jsou chudší na ceramidy a

cholesterol. Asijské vlasy jsou na rozdíl od vlasů afrických bohatší na ceramidy a kavkazské vlasy obsahují větší procentuální zastoupení volných mastných kyselin. Co se týká celkového obsahu lipidů, jsou na prvním místě africké vlasy, jelikož mají navíc až 70 % vnitřních lipidů. [11]

Pomocí extrakce lipidů z vlasového vlákna, bylo dále zjištěno, že kavkazské vlasy jsou nejvíce hydratované. Vlhkost vlasového vlákna se pohybovala kolem 11,2 %, zatímco asijské a africké vlasy měly vlhkost podobnou, a to kolem 10,7 %. Je zřejmé, že africké vlasy s extrakcí většího množství lipidů mají nižší obsah vlhkosti a kavkazské vlasy s nižším obsahem extrahovaných lipidů vykazují vyšší obsah vlhkosti. Dalo by se říct, že pokles obsahu vody souvisí spíše s celkovým lipidovým složením než s celkovým množstvím lipidů ve vlasovém vláknu. [13]

#### **1.4.2 Stanovení rentgenovým zářením**

Pomocí rentgenového záření bylo zjištěno, že struktura keratinu v afrických vlasech je jiná než struktura keratinu ve vlasech asijských a kavkazských. Tento rozdíl souvisí s větším obsahem lipidů v afrických vlasech. Jelikož lipidy mají schopnost vkládat dimer keratinu, tak jsou také schopny rozkládat organizovanou strukturu keratinu. Rozklad struktury keratinu je schopen změnit rentgenovou difrakci. Tedy, přítomnost vyšší koncentrace lipidů u afrických vlasů může mít vliv na větší neuspořádanost keratinové struktury. [11]

## 2 KANABINOIDY

Za kanabinoidy označujeme různorodé chemické sloučeniny, které se vážou na kanabinoidní receptory v našem těle. Tento systém označujeme jako endokanabinoidní. Konopí obsahující kanabinoidy je jedním z historických a tradičních plodin lidstva. Konopné vlákno, osivo a stonek mají velkou ekonomickou a lékařskou hodnotu. Využívají se například v papírním, textilním, kosmetickém, zdravotnickém a potravinářském průmyslu. Rozlišujeme tři hlavní poddruhy konopí, a to konopí seté (*Cannabis sativa*), konopí indické (*Cannabis indica*) a konopí rumištní (*Cannabis ruderalis*), které se od sebe liší nepatrnými rozdíly v chemickém složení, každá bylina má však svou konkrétní skladbu kanabinoidů. Tyto látky dělíme na tři základní podskupiny. Jsou to endokanabinoidy, které si naše tělo syntetizuje samo, fytokanabinoidy, které nalezneme v rostlinách konopí a uměle vytvořené syntetické kanabinoidy. [14,15]

### 2.1 Endokanabinoidy

Za hlavní endogenní ligandy kanabinoidních receptorů se považují látky odvozené od kyseliny arachidonové, která je významnou složkou membránových lipidů. Jedná se např. o N-arachidonylethanolamid, sn-2-arachidonoylglycerol a 2-arachidonoylglycerylether. Tyto látky působí na kanabinoidní receptory CB1 a CB2. Endokanabinoidy jsou v mozku distribuovány a syntetizovány při stimulaci neuronů a odstraňovány jsou z mimobuněčného prostoru selektivním saturovatelným systémem zpětného vychytávání. Celý proces je ukončen jejich nitrobuněčnou hydrolyzací hydrolázou amidu mastných kyselin. [16]

### 2.2 Fytokanabinoidy

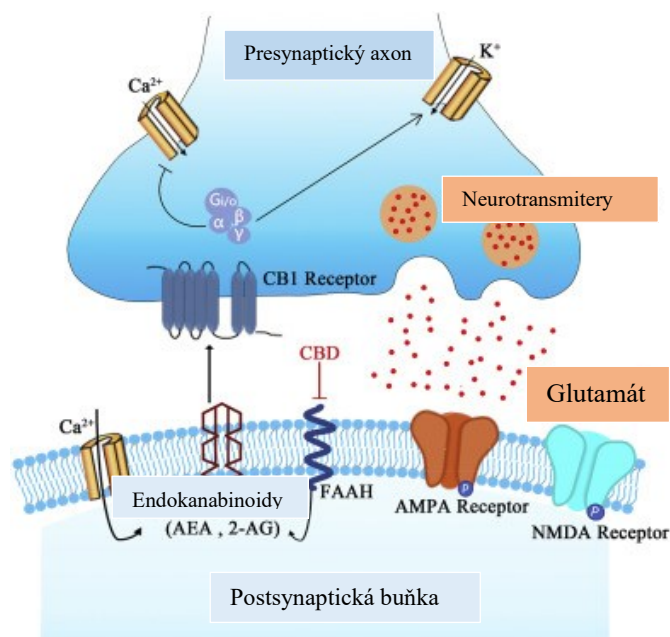
Fytokanabinoidy jsou přírodní látky vyskytující se v rostlinách konopí. Užívají se ve formě marihuany, hašiše nebo hašišového oleje a považujeme je za nejrozšířenější nelegální psychoaktivní drogy. Fytokanabinoidy THC, CBD nebo CBN jsou v rostlinách konopí tvořeny od začátku růstu. Za hlavní psychoaktivní složku konopné pryskyřice je považován  $\Delta^9$ -tetrahydrokanabinol ( $\Delta^9$ -THC), který je odpovědný za aktivaci kanabinoidních receptorů CB1 a CB2 v mozku, což vyvolává psychotropní účinky. [17]

### 2.3 Syntetické kanabinoidy

Uměle vyráběné kanabinoidy můžeme v dnešní době nalézt například v léčivech Marinol, Syndros a Cesamet. Tyto léčiva obsahují účinné látky dronabinol a nabilon. Dronabinol je izomerem psychoaktivního tetrahydrokanabinolu s podobným působením na centrální nervový systém. Zmírňuje nevolnost, podporuje chuť k jídlu a má analgetické účinky. Nabilon je syntetický kanabinoidní a dibenzopyranový derivát. Liší se tím, že není derivován z THC, ačkoli je mu chemicky podobný. Používá se pro zmírnění nevolností u pacientů podstupující chemoterapii, dále snižuje bolest a uvolňuje křeče. Obě léčiva nejsou v Česku dostupná. [18]

### 2.4 Endokanabinoidní systém a kanabinoidní receptory

Endokanabinoidní systém můžeme nalézt téměř v každém živočichovi a je zodpovědný za ovlivnění mnoho biologických procesů v našem těle. Skládá se ze skupiny molekul endokanabinoidů, enzymů a kanabinoidních receptorů, na které se tyto molekuly vážou. Mezi vyskytující se endokanabinoidy řadíme již zmíněný 2-arachidonoylglycerol (2-AG) a N-arachidonoylethanolamin (AEA). Endokanabinoidy jsou syntetizovány mnoha metabolickými cestami. AEA je syntetizován enzymem N-acylfosfatidylethanolaminem pomocí fosfolipázy D a degradován enzymem amid hydrolázou mastných kyselin. 2-AG je syntetizován enzymem diacylglycerol lipázou a degradován enzymem monoacylglycerol lipázou. Endokanabinoidní systém je tvořen z neuromodulačních lipidů a ze speciálních receptorů, které umí komunikovat s některými kanabinoidy. Tyto receptory jsou tvořeny transmembránovými proteiny, které předávají mimobuněčné signály do intracelulárního prostoru a mohou být aktivovány pomocí výše uvedených skupin kanabinoidů. Nalezneme je v hipokampu, mozkové kůře, mozečku, hypothalamu a bazální ganglii. Za dva hlavní receptory označujeme receptor CB1 a CB2. [14,19]



Obrázek č. 3: Endokanabinoidní systém

[15]

### 2.4.1 Kanabinoidní receptor typu 1 (CB1)

Tyto receptory byly poprvé objeveny v mozku a na konci periférních nervů. Hrají klíčovou roli při koordinaci pohybů, smyslovém vnímání a prostorové orientaci. Jejich nejdůležitější funkcí je upravovat hladinu serotoninu a dopaminu, což má za následek snížení nadměrné nebo zvýšení nedostatečné signalizace v mozku. Výsledkem aktivace tohoto receptoru je snížení presynaptického uvolňování glutamátu, který slouží jako hlavní stimulant CNS. [14]

### 2.4.2 Kanabinoidní receptor typu 2 (CB2)

Rozmístění receptorů CB2 je omezeno na buňky imunitního systému, v nervových vláknech kůže, keratinocytech, v kostních buňkách, v játrech a buňkách slinivky. Přítomnost těchto receptorů byla také dokázána v centrální nervové soustavě při jejich důležitém významu přenášení signálů do mozku. [14]

## 2.5 Typy kanabinoidů

### 2.5.1 Kanabidiol (CBD)

Kanabidiol známý také jako CBD je přírodní látka, která se vyskytuje v rostlinách konopí. Na rozdíl od THC není psychoaktivní. V roce 1977 byly identifikovány dva optické izomery,

(-)-CBD a (+)-CBD izomer. Hlavním rozdílem mezi těmito dvěma konfiguracemi je stereochemie spojení mezi terpenovým jádrem a resorcinovou skupinou. (-)-CBD můžeme najít v rostlinách konopí, zatímco (+)-CBD lze získat pouze organickou syntézou. Váže se na oba druhy receptorů v těle a bylo prokázáno, že CBD může mít pozitivní vliv při léčbě epilepsie, roztroušené sklerózy, Parkinsonovy nemoci nebo Alzheimerovy choroby mnoha dalších poruch způsobených degenerací nervového systému. Mezi vedlejší účinky při používání látek s obsahem CBD mohou být únava a ospalost. [14, 15]

### 2.5.2 Tetrahydrokanabinol (THC)

THC patří mezi nejznámější fyto-kanabinoidy, které je známé především díky svým psychoaktivním účinkům. Vzniká v rostlinách konopí, kdy je ze začátku produkována kyselina kanabigerolová, jejíž část se později přemění na kyselinu tetrahydrokanabinolovou a ta se přemění působením tepla na THC. THC a jeho metabolity mají rychlou propustnost do tkání, díky své vysoké rozpustnosti v tucích dochází k hromadění především v tělním tuku. Studie prokázaly, že THC má pozitivní vliv při léčbě Crohnovy choroby a snižování negativního vlivu stresové zátěže. Mezi negativní účinky se řadí úzkost, strach a narušená pozornost. [14]

### 2.5.3 Kyselina tetrahydrokanabinolová (THCA)

THCA je nepsychoaktivní kyselina obsažena v živé rostlině konopí převážně v trichomech. Jedná se o chemický prekurzor THC až v 30% zastoupení, který se okamžitě po sklizni mění na THC. Tento proces jde urychlit zahřátím. Společně s CBDA jsou připisovány protizánětlivé účinky, dále podporuje chuť k jídlu, slouží jako analgetikum a má protikřečové účinky. [14]

### 2.5.4 Kyselina kanabidiolová (CBDA)

Jedná se o chemický prekurzor pro CBD, který z této kyselinové formy vzniká neenzymatickou dekarboxylací. Tato reakce probíhá při zahřívání konopí, čímž se přeměňuje CBDA na CBD a zároveň se zvyšuje koncentrace této látky. CBDA se struktuálně podobá CBD s tím rozdílem, že navíc obsahuje kyselinu karboxylovou. Má silné protizánětlivé, antiproliferační a antibakteriální účinky. [14]

### 2.5.5 Kanabichromen (CBC)

Spolu s CBD a THC patří mezi nejvíce zastoupené kanabinoidní látky v konopí. Jeho prekurzorem je kyselina kanabichromenová (CBCA). Jedná se o nepsychoaktivní kanabinoid, který nemá léčivé účinky jen sám o sobě, ale také je může umocnit ve spolupráci s dalšími kanabinoidy. V nedávné době byla vyzorována jeho schopnost stimulovat růst mozkových buněk. Tento účinek se děje v hipokampu a hraje významnou roli při prostorové orientaci a ukládání informací. Navíc ovlivňuje absorpci anandaminu v našem těle, čímž umožňuje jeho delší přítomnost v našem krevním oběhu. Dále můžeme u něho vyzorovat protizánětlivé účinky, které nastartuje bez aktivování kanabinoidních receptorů. To je pravděpodobně důvodem, proč jsou tyto vlastnosti více efektivní v kombinaci s dalšími kanabinoidy. [14]

### 2.5.6 Kanabigerol (CBG)

Jedná se o jednu z prvních látek vznikajících v konopí. Jeho kyselinová forma kyselina kanabigerolová (CBGA) je prekurzorem pro všechny tři kyseliny hlavních kanabinoidů CBD, THC a CBC. Mezi jeho zdravotní benefity můžeme zařadit stimulaci růstu kostí, protizánětlivé a antibakteriální účinky. [14]

## 2.6 Pozitivní účinky kanabinoidů

Přestože legalizace této rostliny je v různých zemích problematická, studie posledních let však ukazují její mnohé léčivé účinky. Bylo prokázáno, že kouření marihuany snižuje nitrooční tlak u lidí. Podle výzkumu National Eye bylo zjištěno, že některé deriváty marihuany snižují nitrooční tlak při intravenózním nebo orálním podávání. Tyto účinky mohou zpomalit různé oční nemoci, nebo působit jako prevence proti oslepnutí. Z dalších pozitivních účinků je třeba zmínit, že marihuana může zlepšit kapacitu plic. Lékařská marihuana se používá i k léčbě autoimunitního onemocnění lupus, kdy některé chemické látky v marihuaně mají uklidňující účinek na imunitní systém, který napomáhá se vyrovnat s příznaky onemocnění. A v neposlední řadě pozitivní účinek dopadá také při léčbě hepatitidy, kdy snižuje její vedlejší účinky, mezi které se řadí únava, nevolnost, bolesti svalů, ztráta chuti k jídlu a deprese. [20]

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**



### 3 CÍL PRÁCE

Cílem experimentu bylo ověřit vliv výživového doplňku stravy s obsahem kanabinoidů na kvalitu vlasů, který byl v rámci experimentu ověřen pomocí pevnosti potřebné k přetrhnutí vlasů a prodloužení pomocí tahové zkoušky. Hodnoty pevnosti a prodloužení před použitím konopného doplňku stravy byly porovnány s hodnotami pevnosti a prodloužení po použití konopného doplňku stravy. Dále byly naměřeny hodnoty tloušťek vlasů před a po užití konopného doplňku stravy.

#### 3.1 Popis experimentu

V rámci experimentu byl dán probandům doplněk stravy značky Cannasan IMUNO, který ve formě tablet užívali 2x denně, a to jednu tabletu ráno a jednu tabletu večer. Výživový doplněk byl užíván po dobu 3 měsíců. Na začátku a na konci experimentu bylo probandům odebráno cca 10-20 vlasů. Jednotlivé vlasy byly nalepeny po 10 od každého probanda na papírové držáky a následně se provedlo jejich vyhodnocení, kdy byla na třech místech jednotlivého vlasu od každého probanda, a to před a po užití výživových doplňků změřena tloušťka vlasů pomocí elektronového mikroskopu Phenom a provedena trhací zkouška na přístroji PROMI-PC. Tyto přetrhnuté vzorky byly následně použity k vyhodnocení jejich mikroskopických snímků, pořízených pomocí elektronového mikroskopu Phenom.

#### 3.2 Cannasan IMUNO

Cannasan IMUNO je doplněk stravy získaný z vybraných léčivých rostlin, rostlinných olejů, vlákniny a konopí setého vypěstovaných v České republice. Obsah THC je nižší jak 0,2 %, tudíž není psychogenní. Směs se vyrábí za studena a neobsahuje žádné konzervační látky, barviva nebo sladidla. Skládá se z konopí setého (*Cannabis sativa*), oleje z hroznových jader (*Vitis vinifera*), oleje z řepky olejky (*Brassica napus*), jader rybízu černého (*Ribes nigrum*), smetanky lékařské (*Taraxacum officinale*), šalvěje lékařské (*Salvia officinalis*), buku lesního (*Fagus sylvatica*) a slunečnice topinambur (*Helianthus tuberosus*). Kapsle, ve kterých byl obsažen přípravek, byly složeny z celulózy. [21]

### Přírodní oleje

- konopný olej - má protizánětlivé účinky, podporuje obranyschopnost, udržuje normální hladinu glukózy v krvi, podporuje kardiovaskulární systém, je zdrojem omega-3 a omega-6 nenasycených mastných kyselin [21]
- olej z hroznových jader - obsahuje antioxidanty, má antibakteriální účinky, brání stárnutí buněk, zpomaluje proces degenerace mozku [21]
- olej z řepky olejky – zdroj vitamínu E a omega-3 nenasycených mastných kyselin, upravuje hladinu cholesterolu [21]

### Byliny

- šalvěj lékařská - napomáhá udržovat přirozenou obranyschopnost a hormonální rovnováhu, působí jako antioxidant, podporuje činnost cévní soustavy a imunitního systému [21]
- smetánka lékařská - podporuje normální funkci močové a trávicí soustavy a činnost žlučníku [21]
- rybíz černý - napomáhá udržovat normální stav kloubů a cévní soustavy
- buk lesní – má dezinfekční a protizánětlivé účinky, podporuje dýchací soustavu, vhodný na pročištění ledvin, zvyšuje odolnost těla vůči alergiím [21]
- slunečnice topinambur - čistí krev, pomáhá rekonvalescenci po nemocích, podporuje metabolismus, snižuje hladinu cholesterolu v krvi [21]

### 3.3 Charakteristika probandů

V rámci experimentu bylo vybráno devět probandů. Jednalo se o skupinu žen, protože požadovaná minimální délka vlasů byla 20 cm. Uvedené informace o probandech byly získány za pomoci dotazníku, který je uveden v Příloze P I: Charakteristika probandů.

Tabulka č. 1 Charakteristika probandů

Proband	č. 1	č. 2	č. 3
Věková kategorie	35-44	35-44	35-44
Délka vlasů	středně dlouhé	středně dlouhé	středně dlouhé
Typ vlasů	vlnité	rovné	vlnité

<b>Barva vlasů</b>	hnědá	hnědá	hnědá
<b>Barvené vlasy</b>	ne	ano	ano
<b>Interval barvení</b>	-	3 měsíce	3 měsíce
<b>Elektrotechnika</b>	nepoužívá	kartáčový fén (každý den)	fén, kartáčový fén (každé umytí)
<b>Interval mytí</b>	1-2x týdně	3-4x týdně	3-4x týdně
<b>Typ šamponu</b>	z drogerie	z drogerie	z drogerie, profesionální přípravky
<b>Jiné přípravky</b>	kondicionér, sérum, vitamíny - perorálně	kondicionér, lak/gel/tužidlo	kondicionér, masku

Tabulka č. 2 Charakteristika probandů

<b>Proband</b>	<b>č. 4</b>	<b>č. 5</b>	<b>č. 6</b>
<b>Věková kategorie</b>	45-54	65-70	55-64
<b>Délka vlasů</b>	krátké	středně dlouhé	středně dlouhé
<b>Typ vlasů</b>	vlnité	rovné	rovné
<b>Barva vlasů</b>	hnědá	hnědá	hnědá
<b>Barvené vlasy</b>	ano	ano	ano
<b>Interval barvení</b>	6 týdnů	1 měsíc	1 rok
<b>Elektrotechnika</b>	fén (občas)	kartáčový fén (každý den)	nepoužívá
<b>Interval mytí</b>	3-4x týdně	1-2x týdně	1-2x týdně
<b>Typ šamponu</b>	profesionální přípravky	z drogerie	profesionální přípravky
<b>Jiné přípravky</b>	masku	kondicionér, lak/gel/tužidlo	kondicionér, lak/gel/tužidlo

Tabulka č. 3 Charakteristika probandů

Proband	č. 7	č. 8	č. 9
Věková kategorie	45-54	35-44	35-44
Délka vlasů	středně dlouhé	středně dlouhé	středně dlouhé
Typ vlasů	rovné	rovné	rovné
Barva vlasů	blond	hnědá	hnědá
Barvené vlasy	ano	ne	ano
Interval barvení	3 měsíce	-	3 měsíce
Elektrotechnika	fén, kartáčový fén (každé umytí)	nepoužívá nic	fén, kartáčový fén (každé umytí)
Interval mytí	1-2x týdně	3-4x týdně	3-4x týdně
Typ šamponu	z drogerie	pevný šampon	z drogerie
Jiné přípravky	lak/gel/tužidlo	nepoužívá	kondicionér/balzám

### 3.4 Příprava vzorků

Bylo připraveno 10 vzorků z odběrů, tedy 10 vzorků před užitím a 10 vzorků po užití doplňku stravy od každého probanda. Byla použita metodika, která byla vyvinuta a otestována ve spolupráci Ústavu výrobního inženýrství a Ústavu technologie tuků, kosmetiky a detergentů. V rámci odzkoušení byla nalezena nejvhodnější metodika odběru a uchovávání vlasů, uchycení vlasů do čelistí trhacího zařízení, typ lepidla pro uchycení vlasů, citlivost trhací hlavy a rychlost posunutí čelistí při trhací zkoušce. Pro všechny vzorky bylo zapotřebí vytvořit dva pomocné papírové držáky s otvorem uprostřed, které sloužily ke správnému přichycení do trhacího stroje. Pomocné papírové držáky jsou všechny stejných rozměrů, a to 1,5 x 5 cm. Jeden pomocný držák z páru byl označen, aby bylo možné poznat, na kterém držáku je přilepen konec vlasu od hlavy. S pomocí sekundového lepidla značky Loctite, super bond gel byl vlas z obou stran přilepen na pomocné držáky tak, že mezi držáky s přilepeným vlasem byla mezera asi 3 cm a byla tak vytvořena pracovní část při namáhání. Výhodou tohoto lepidla je jeho dostatečná pevnost a postačující doba ke správnému nalepení vlasu. Vzorky byly uchovány v plastového sáčku se zipem, příslušně označeny a uschovány před slunečním zářením, které by mohlo stav vlasů ovlivnit, tudíž by potom měly vlasy odlišné mechanické vlastnosti.



Obrázek č. 4: Sáček se vzorky

[vlastní zdroj]



Obrázek č. 5: Papírový držák (vlevo) a lepidlo (vpravo)

[vlastní zdroj]

### 3.5 Tahová zkouška vlasu

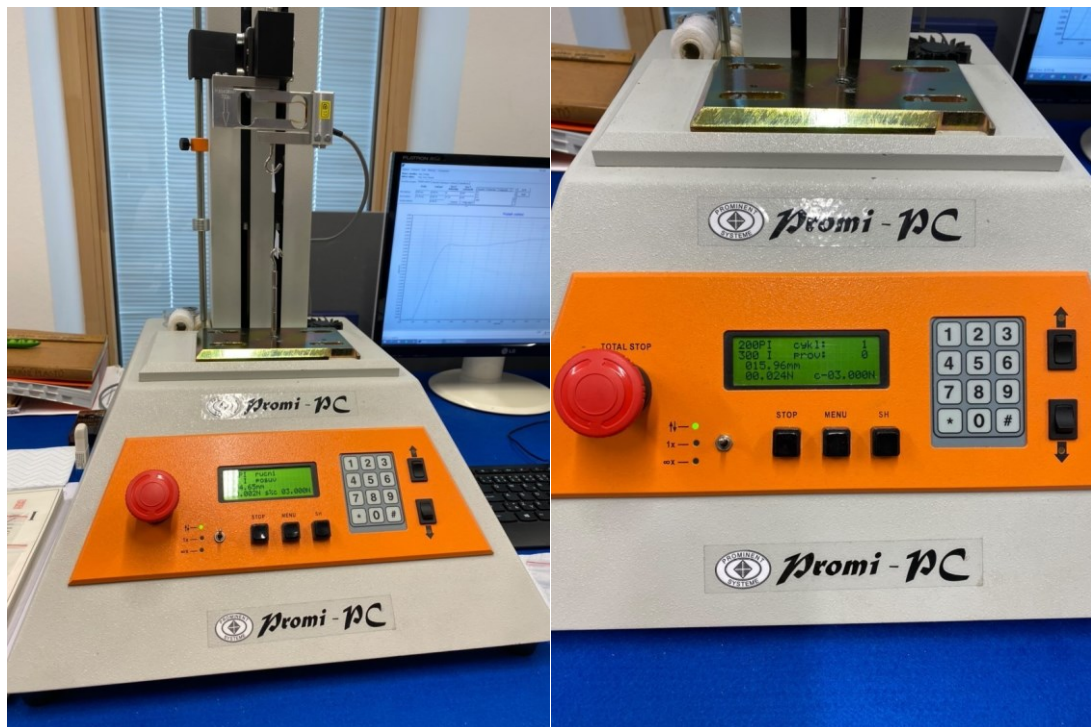
Pro tahovou zkoušku vlasů byl použit přístroj PROMI-PC, který se nachází na fakultě technologické, s kapacitou siloměru 3000 N a s pracovním zatížením trhací hlavy s rozsahem do 2 N, která slouží pro přesné určení síly přetržení, jak vyplývá z předchozích experimentů.

Přístroj PROMI-PC je počítačem řízený univerzální systém určený pro zkoušky v tahu, tlaku nebo ohybu. Je určen pro testování pružin a další typy zkoušek. Systém je složen ze zkušebního stojanu s digitalizovaným motorickým posuvem a z řídicí jednotky na bázi počítače (PC). Systém je dimenzován na maximální zatížení 3000 N. Základní pracovní zdvih je 450 mm, ale může být nastaven i pro jinou pracovní výšku. Posuv zkušebního stativu je vyvozen přesným kuličkovým šroubem a maticí pomocí digitálně řízené jednotky. Tato jednotka je ovládána přes počítač s operačním systémem Windows a programem PROMI. Použitý software PROMI-PC je navržen s ohledem na maximální jednoduchost a přehlednost. Výhodou systému je jeho vysoká univerzálnost, kdy systém lze provozovat i bez řídicího počítače, protože stativ je samostatně naprogramovatelný přímo pomocí vestavěné klávesnice a displeje, kterým je opatřen. [22]

Tabulka č. 4: Technické parametry přístroje PROMI-PC

Pracovní zatížení	0 - 3000 N
Pracovní zdvih	0 - 450 mm
Rychlost posuvu	1 - 750 mm/min
Přenos dat	RS 232

[22]



Obrázek č. 6: Příklad PROMI-PC

[vlastní zdroj]



Obrázek č. 7: Upnutí vzorku v držáku

[vlastní zdroj]

### 3.6 Měření tloušťky vlasu

Tloušťka vlasu byla měřena elektronovým mikroskopem značky Phenom s příslušným softwarem, který se nachází na Ústavu fyziky a materiálového inženýrství. Tento přístroj má vysokou kvalitu obrazu. Skládá se z komory a držáku, který umožňuje snímat vzorky velikosti až 100 mm x 100 mm x 65 mm a s příslušným softwarem. Komora umožňuje vložit držák s terčíkem, na kterém jsou nalepeny vzorky (obrázek č. 9). Jednoduchost ovládání lze ilustrovat na použití optické kamery, která umožňuje změnit oblast zájmu pouhým kliknutím do kteréhokoli místa na snímku. [23]

Od každého probanda byl vybrán jeden vlas před užitím a jeden vlas po užití tablet s obsahem CBD. Na terčíku byl označen počátek pro lepší orientaci. Od vyznačeného počátku byly vlasy lepeny směrem nahoru a to v pořadí před a po tak, že na konci byly na jednom terčíku nalepeny dohromady čtyři vlasy. Takto polepených terčíků bylo pět (obrázek č. 10). Jednotlivé terčíky byly vloženy do naprašovačky, poté byly pod velkým tlakem ofouknuty, a to z toho důvodu, aby nežádoucí částice neznečistily detektor přístroje Phenom. Po jednom terčíku byly vloženy do držáku a zasunuty do přístroje a proběhlo jejich vyhodnocení a vyfotografování.



Obrázek č. 8: Přístroj Phenom

[vlastní zdroj]





Obrázek č. 9: Software přístroje (vlevo) a držák s terčičkem a nalepenými vzorky (vpravo)

[vlastní zdroj]

Před vložením nalepených vlasů na terčících do elektronového mikroskopu, musely být jednotlivé vlasy pokovovány přístrojem Quorum, který se také nachází na Ústavu fyziky a materiálového inženýrství. Toto naprašování kovů je důležité z toho důvodu, že mají fotky v elektronovém mikroskopu lepší kvalitu a zároveň slouží jako ochrana vzorku. Naprašuje se po dobu 30 sekund podle vzorku, aby byl stabilní, ve vakuu směsí zlata a palladia. [24]



Obrázek č. 10: Terčiky s nalepenými vzorky

[vlastní zdroj]



Obrázek č. 11: Příklad přístroje Quorum

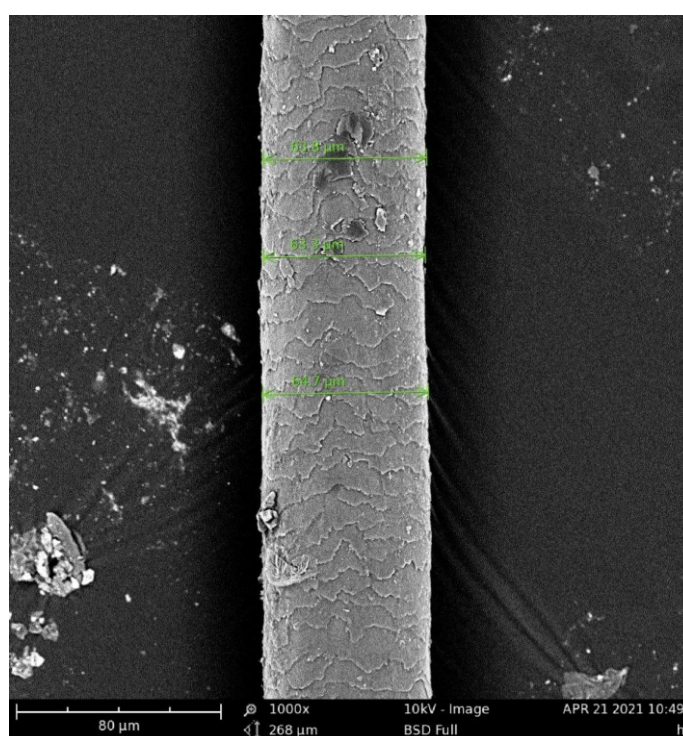
[vlastní zdroj]



## 4 VÝSLEDKY A DISKUZE

### 4.1 Tloušťka vlasů

Pro změření tloušťky vlasů byl vybrán pro každého probanda zvlášť vlas, který byl odebrán před užitím tablet s obsahem CBD a vlas po užití tablet s CBD. Tloušťka každého vlasu byla změřena třikrát podle následujícího obrázku pomocí přístroje Phenom. Následně byla určena pro každý vzorek jejich průměrná hodnota a směrodatná odchylka průměru.



Obrázek č. 12: Vzor měření tloušťky vlasů

[vlastní zdroj]

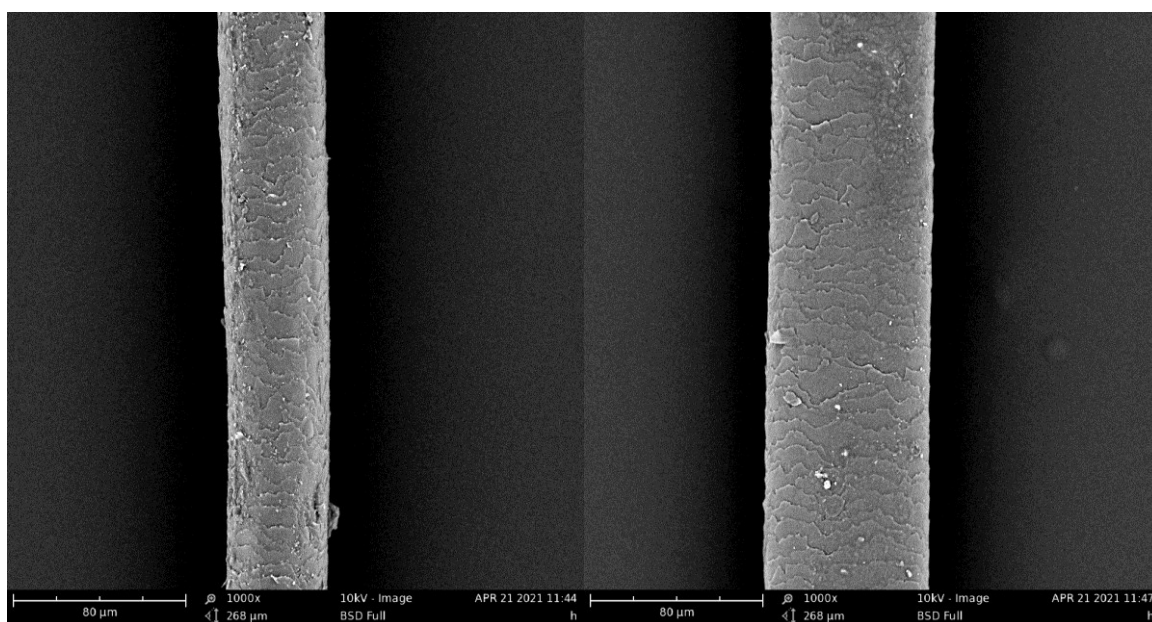
Tabulka č. 5: Naměřené hodnoty tloušťky vlasů před a po použití tablet s obsahem CBD pro probandy č. 1,2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 a 9

	<b>Před</b>	<b>Po</b>
<b>Proband 1</b>	$(70,9 \pm 0,6) \mu\text{m}$	$(69,1 \pm 0,8) \mu\text{m}$
<b>Proband 2</b>	$(48,2 \pm 0,8) \mu\text{m}$	$(75,8 \pm 0,3) \mu\text{m}$
<b>Proband 3</b>	$(56,3 \pm 0,7) \mu\text{m}$	$(76,4 \pm 0,5) \mu\text{m}$

<b>Proband 4</b>	$(42,8 \pm 0,6) \mu\text{m}$	$(58,0 \pm 0,3) \mu\text{m}$
<b>Proband 5</b>	$(84,9 \pm 0,9) \mu\text{m}$	$(70,2 \pm 0,8) \mu\text{m}$
<b>Proband 6</b>	$(66,0 \pm 0,5) \mu\text{m}$	$(47,5 \pm 0,2) \mu\text{m}$
<b>Proband 7</b>	$(60,5 \pm 0,5) \mu\text{m}$	$(47,0 \pm 0,4) \mu\text{m}$
<b>Proband 8</b>	$(69,5 \pm 0,3) \mu\text{m}$	$(72,5 \pm 0,3) \mu\text{m}$
<b>Proband 9</b>	$(62,5 \pm 0,4) \mu\text{m}$	$(66,1 \pm 0,3) \mu\text{m}$

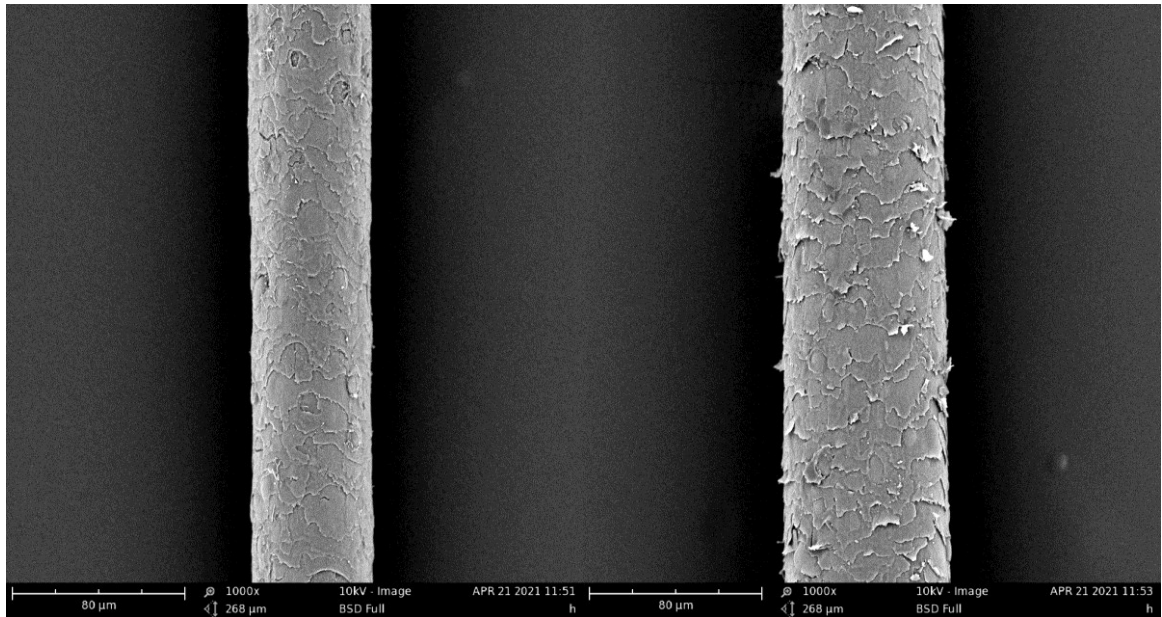
Z každého vlasu před a po užití tablet byly následně pořízeny mikroskopické snímky při zvětšení 80  $\mu\text{m}$ . Zde jsou na ukázkou uvedeny pouze tloušťky vlasů probanda č. 2, 3 a 5. Zbývající tloušťky vlasů jsou uvedeny v Příloze P II: Sledování tloušťky vlasů.

#### Proband č. 2



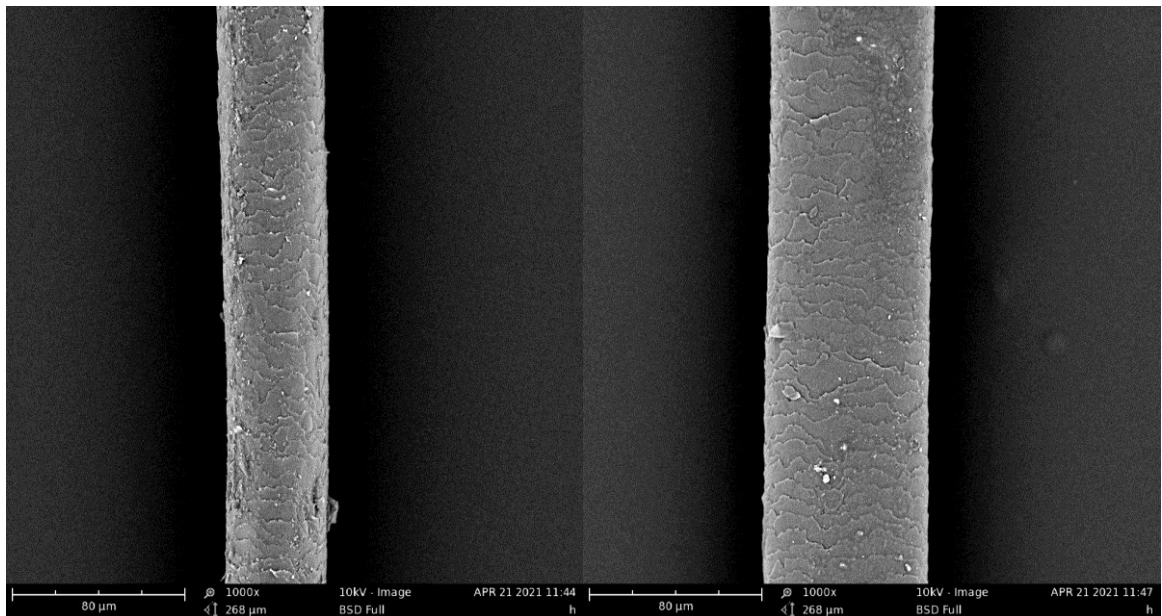
Obrázek č. 13: Tloušťka vlasu před užitím tablet (vlevo) a tloušťka vlasu po užití (vpravo)

[vlastní zdroj]

**Proband č. 3**

Obrázek č. 14: Tloušťka vlasu před užitím tablet (vlevo) a tloušťka vlasu po užití (vpravo)

[vlastní zdroj]

**Proband č. 5**

Obrázek č. 15: Tloušťka vlasu před užitím tablet (vlevo) a tloušťka vlasu po užití (vpravo)

[vlastní zdroj]

Pro hodnocení změny tloušťky vlasu před užíváním a po užívání výživového doplňku byl použit párový test. Nebyl prokázán významný rozdíl mezi tloušťkou vlasu před a po experimentu.

## 4.2 Tahová zkouška

Pro tahovou zkoušku bylo připraveno 10-12 vzorků, ale měřeno jich bylo pouze 5. Důvodem takového množství byla možnost poškození některého z nich, např. z důvodu vytáhnutí vlasu z pomocných papírových držáků, polepení pracovní části lepidlem, atd. Veškeré výsledky a grafy při tahové zkoušce byly získány pomocí přístroje PROMI-PC s vhodným softwarem. Data byla uložena v programu Microsoft Excel. Hodnoty maximálního zatížení a prodloužení před užitím výživového doplňku stravy a po užití výživového doplňku byly u každého probanda statisticky zhodnoceny testem rovnosti dvou středních hodnot.

Tabulka č. 6: Zatížení a prodloužení pro probanda č. 1

Číslo měření	Vlas před užití tablet s CBD		Vlas po užití tablet s CBD	
	Zatížení [N]	Prodloužení [%]	Zatížení [N]	Prodloužení [%]
1	0,694	111,6	0,802	151,6
2	0,477	107,9	0,597	165,4
3	0,450	87,8	0,693	161,2
4	0,427	120,1	0,855	122,4
5	0,825	94,0	1,021	182,0
<b>Průměr</b>	<b>0,58</b>	<b>104</b>	<b>0,79</b>	<b>157</b>
<b>Směrodatná odchylka průměru</b>	<b>0,08</b>	<b>6</b>	<b>0,07</b>	<b>10</b>

**Test rozdílu dvou středních hodnot zatížení**

H0: Střední hodnoty obou souborů jsou stejné a rozdíl, který je mezi nimi, je pouze náhodný.

$$t = 4,42$$

$$t_{\text{krit}} 0,05 = 2,31$$

$t > t_{\text{krit}} \rightarrow$  H0 zamítáme na hladině významnosti 0,05, rozdíl mezi dvěma soubory není náhodný.

**Test rozdílu dvou středních hodnot prodloužení**

H0: Střední hodnoty obou souborů jsou stejné a rozdíl, který je mezi nimi, je pouze náhodný.

$$t = 10,16$$

$$t_{\text{krit}} 0,05 = 2,31$$

$t > t_{\text{krit}} \rightarrow$  H0 zamítáme na hladině významnosti 0,05, rozdíl mezi dvěma soubory není náhodný.

Tabulka č. 7: Zatížení a prodloužení pro probanda č. 2

Číslo měření	Vlas před užití tablet s CBD		Vlas po užití tablet s CBD	
	Zatížení [N]	Prodloužení [%]	Zatížení [N]	Prodloužení [%]
1	0,182	91,5	0,376	99,3
2	0,320	57,2	0,232	93,7
3	0,272	29,8	0,210	87,4
4	0,285	60,1	0,152	80,6
5	0,373	69,0	0,215	99,0
<b>Průměr</b>	<b>0,29</b>	<b>62</b>	<b>0,24</b>	<b>92</b>



<b>Směrodatná odchylna průměru</b>	<b>0,03</b>	<b>10</b>	<b>0,04</b>	<b>4</b>
------------------------------------	-------------	-----------	-------------	----------

Nebyl prokázán rozdíl mezi hodnotami maximální síly při přetržení před použitím a po použití výživového doplňku.

Byl zjištěn rozdíl mezi hodnotami před a po užití výživového doplňku.

Tabulka č. 8: Zatížení a prodloužení pro probanda č. 3

Číslo měření	Vlas před užití tablet s CBD		Vlas po užití tablet s CBD	
	Zatížení [N]	Prodloužení [%]	Zatížení [N]	Prodloužení [%]
1	0,321	77,3	0,127	83,2
2	0,491	69,3	0,493	166,8
3	0,316	66,1	0,234	90,1
4	0,449	71,0	0,541	100,2
5	0,421	111,8	0,324	164,4
<b>Průměr</b>	<b>0,40</b>	<b>79</b>	<b>0,34</b>	<b>121</b>
<b>Směrodatná odchylna průměru</b>	<b>0,04</b>	<b>8</b>	<b>0,08</b>	<b>18</b>

Pro probanda č. 3 se hodnoty maximální síly při přetržení před a po užití výživového doplňku stravy s obsahem CBD významně statisticky nelišily.

Pro probanda č. 3 se hodnoty prodloužení před a po užití výživového doplňku stravy s obsahem CBD statisticky významně lišily.

Tabulka č. 9: Zatížení a prodloužení pro probanda č. 4

Číslo měření	Vlas před užití tablet s CBD		Vlas po užití tablet s CBD	
	Zatížení [N]	Prodloužení [%]	Zatížení [N]	Prodloužení [%]
1	0,249	75,1	0,118	69,8
2	0,494	62,6	0,135	55,3
3	0,371	41,6	0,159	67,1
4	0,505	68,0	0,501	81,0
5	0,273	106,7	0,214	72,2
<b>Průměr</b>	<b>0,38</b>	<b>71</b>	<b>0,23</b>	<b>69</b>
<b>Směrodatná odchylka průměru</b>	<b>0,05</b>	<b>11</b>	<b>0,07</b>	<b>4</b>

Pro probanda č. 4 se hodnoty maximální síly při přetržení před a po užití výživového doplňku stravy s obsahem CBD statisticky významně lišily.

Nebyl prokázán rozdíl mezi hodnotami prodloužení před použitím a po použití výživového doplňku u probanda č. 4.

Tabulka č. 10: Zatížení a prodloužení pro probanda č. 5

Číslo měření	Vlas před užití tablet s CBD		Vlas po užití tablet s CBD	
	Zatížení [N]	Prodloužení [%]	Zatížení [N]	Prodloužení [%]
1	0,530	73,7	0,305	56,6
2	0,399	63,0	0,351	65,4

3	0,442	72,1	0,408	94,6
4	0,461	75,9	0,236	71,2
5	0,288	48,3	0,148	64,7
<b>Průměr</b>	<b>0,42</b>	<b>67</b>	<b>0,29</b>	<b>71</b>
<b>Směrodatná odchylna průměru</b>	<b>0,04</b>	<b>5</b>	<b>0,05</b>	<b>7</b>

Byl zjištěn rozdíl mezi hodnotami před a po užití výživového doplňku s obsahem CBD.

Nebyl prokázán rozdíl mezi hodnotami prodloužení před použitím a po užití výživového doplňku stravy s obsahem CBD.

Tabulka č. 11: Zatížení a prodloužení pro probanda č. 6

Číslo měření	Vlas před užití tablet s CBD		Vlas po užití tablet s CBD	
	Zatížení [N]	Prodloužení [%]	Zatížení [N]	Prodloužení [%]
1	0,543	131,9	0,501	134,5
2	0,472	144,3	0,309	121,3
3	0,480	137,4	0,523	150,6
4	0,576	154,5	0,489	122,0
5	0,539	150,8	0,288	141,0
<b>Průměr</b>	<b>0,52</b>	<b>144</b>	<b>0,42</b>	<b>134</b>
<b>Směrodatná odchylna průměru</b>	<b>0,02</b>	<b>4</b>	<b>0,05</b>	<b>6</b>

Pro probanda č. 6 se hodnoty maximální síly při přetržení vlasu před a po užití výživového doplňku stravy statisticky významně lišily.

Pro probanda č. 6 se hodnoty prodloužení vlasu před a po užití výživového doplňku stravy s obsahem CBD významně statisticky lišily.

Tabulka č. 12: Zatížení a prodloužení pro probanda č. 7

Číslo měření	Vlas před užití tablet s CBD		Vlas po užití tablet s CBD	
	Zatížení [N]	Prodloužení [%]	Zatížení [N]	Prodloužení [%]
1	0,290	71,4	0,097	33,1
2	0,205	118,6	0,084	42,3
3	0,295	75,2	0,108	64,8
4	0,209	54,8	0,235	52,9
5	0,277	45,1	0,137	71,4
<b>Průměr</b>	<b>0,26</b>	<b>73</b>	<b>0,13</b>	<b>53</b>
<b>Směrodatná odchylka průměru</b>	<b>0,02</b>	<b>13</b>	<b>0,03</b>	<b>7</b>

Pro probanda č. 7 se hodnoty maximální síly při přetržení vlasu před a po užití výživového doplňku stravy s obsahem CBD statisticky významně lišily.

Pro probanda č. 7 se hodnoty prodloužení vlasu před a po užití výživového doplňku stravy statisticky významně lišily.

Tabulka č. 13: Zatížení a prodloužení pro probanda č. 8

Číslo měření	Vlas před užití tablet s CBD		Vlas po užití tablet s CBD	
	Zatížení [N]	Prodloužení [%]	Zatížení [N]	Prodloužení [%]
1	0,448	62,7	0,607	83,3
2	0,613	58,2	0,438	83,4
3	0,541	61,2	0,285	92,7
4	0,276	48,5	0,294	81,9
5	0,435	52,2	0,396	80,8
<b>Průměr</b>	<b>0,46</b>	<b>57</b>	<b>0,40</b>	<b>84</b>
<b>Směrodatná odchylka průměru</b>	<b>0,06</b>	<b>3</b>	<b>0,06</b>	<b>2</b>

Pro probanda č. 8 nebyl prokázán rozdíl mezi hodnotami maximální síly při přetržení před použitím a po užití výživového doplňku stravy s obsahem CBD.

Hodnoty prodloužení vlasu pro probanda č. 8 se před a po užití výživového doplňku stravy významně statisticky lišily.

Tabulka č. 14: Zatížení a prodloužení pro probanda č. 9

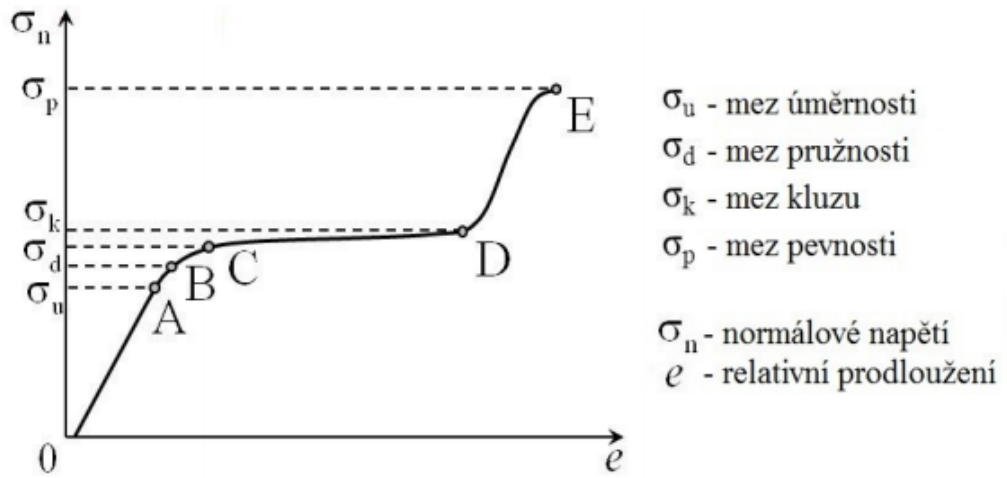
Číslo měření	Vlas před užití tablet s CBD		Vlas po užití tablet s CBD	
	Zatížení [N]	Prodloužení [%]	Zatížení [N]	Prodloužení [%]
1	0,515	59,1	0,647	90,3
2	0,594	69,6	0,238	40,4

3	0,499	78,6	0,142	22,7
4	0,145	30,4	0,461	83,6
5	0,558	73,6	0,187	73,4
<b>Průměr</b>	<b>0,46</b>	<b>62</b>	<b>0,34</b>	<b>62</b>
<b>Směrodatná odchylka průměru</b>	<b>0,08</b>	<b>9</b>	<b>0,09</b>	<b>13</b>

Pro probanda č. 9 nebyl prokázán rozdíl mezi hodnotami maximální síly při přetržení před použitím a po užití výživového doplňku stravy s obsahem CBD.

Pro probanda č. 9 nebyl prokázán rozdíl mezi hodnotami prodloužení vlasu před použitím a po užití výživového doplňku stravy s obsahem CBD.

Z každé části měření pro každého probanda (před užitím tablet s obsahem CBD a po užití tablet s obsahem CBD) byl vybrán jeden graf pro jeden vzorek jako ukázkový, protože grafů pro každého probanda bylo celkem 10. Zbylé grafy jsou uvedeny v Příloze P III: Graf závislosti zatěžující síly na prodloužení.



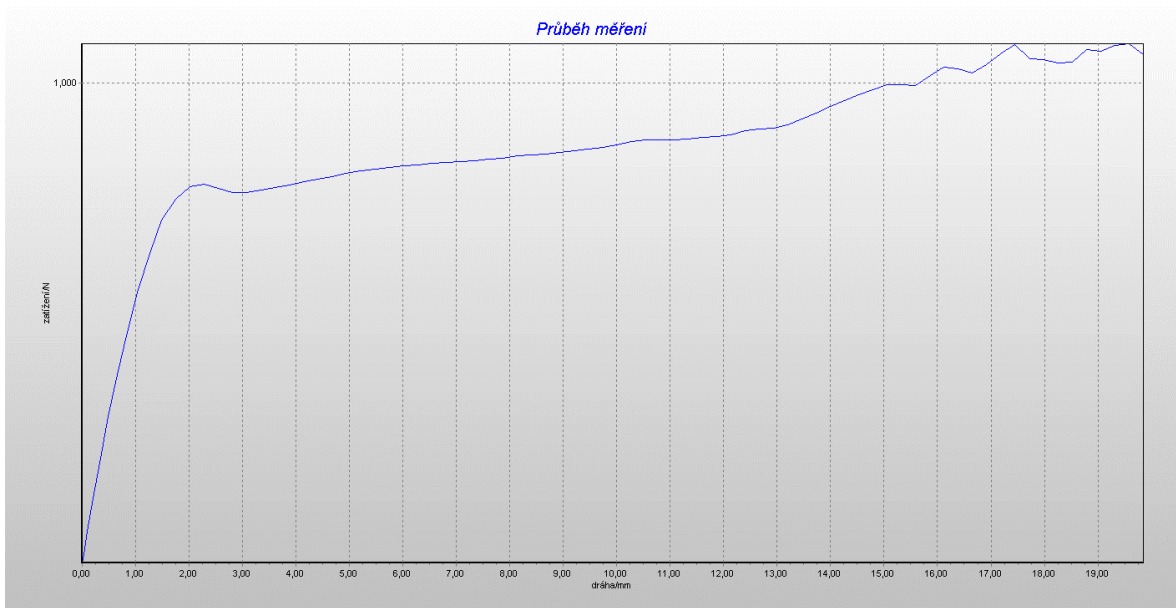
- 0A - platí Hookův zákon
- AB - deformace je pružná, ale potřebuje dlouhý čas
- CD - oblast kluzu, při malé síle dochází k velké deformaci
- DE - oblast zpevnění
- E - těleso je zničeno

Obrázek č. 16: Závislost napětí na deformaci

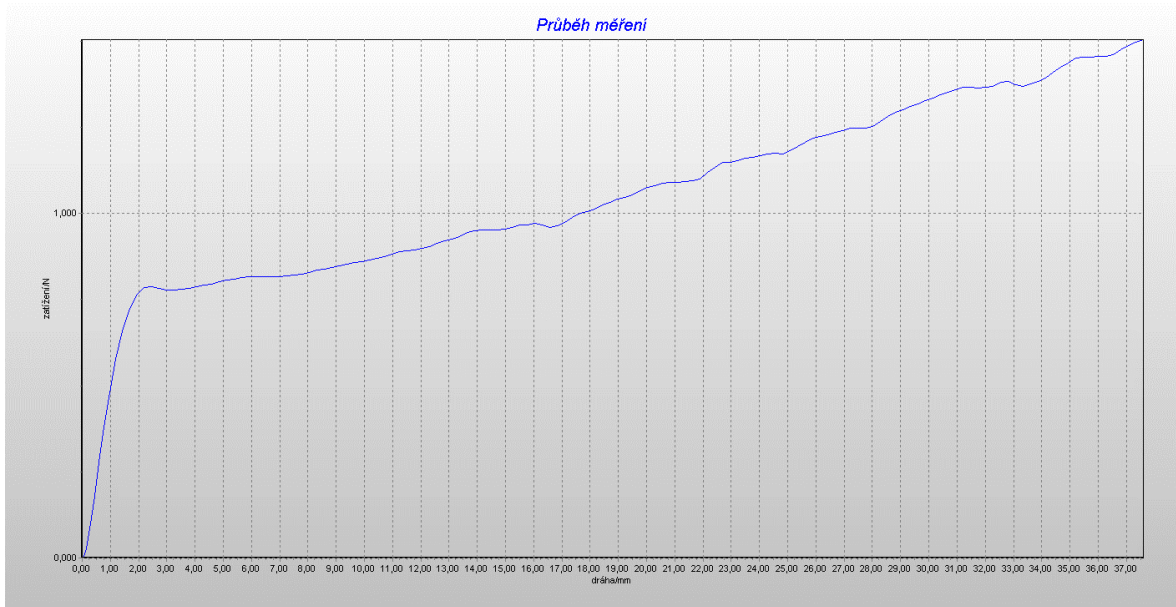
[3]

**Probant č. 1**

Graf č. 1: Závislost velikosti zatěžující síly potřebné k přetržení vlasu odebraného před užíváním výživových tablet na prodloužení



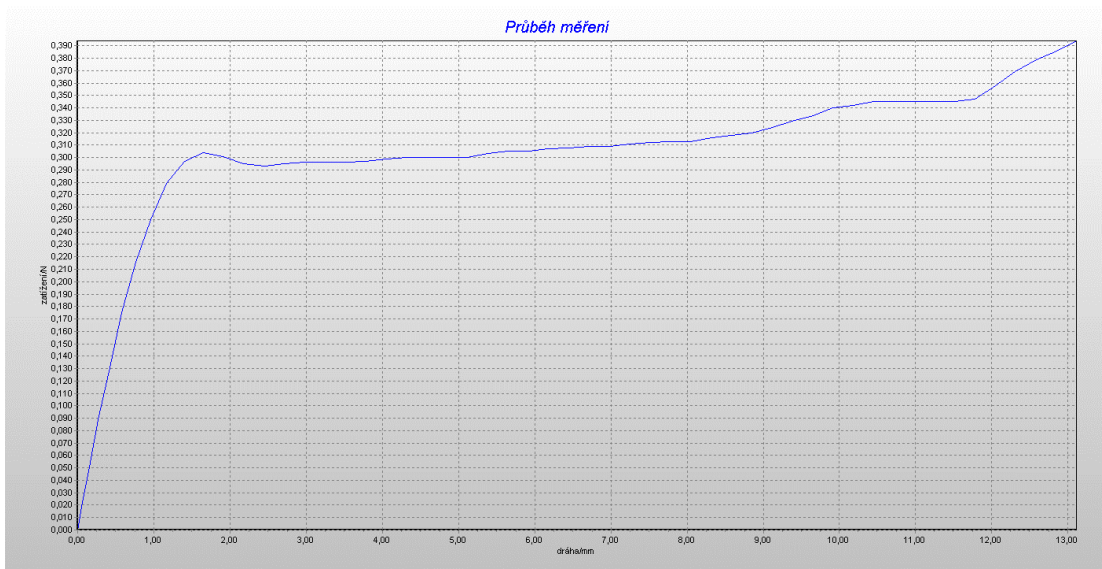
Graf č. 2: Závislost velikosti zatěžující síly potřebné k přetržení vlasu odebraného po užívání výživových tablet na prodloužení



U probanda č. 1 je možné vyčíst z grafů 1 a 2, že už při prvním měření vydržel vlas zatížení kolem 1 N, při druhém měření je viditelné velké zlepšení. A to jak v zatížení, tak v prodloužení.

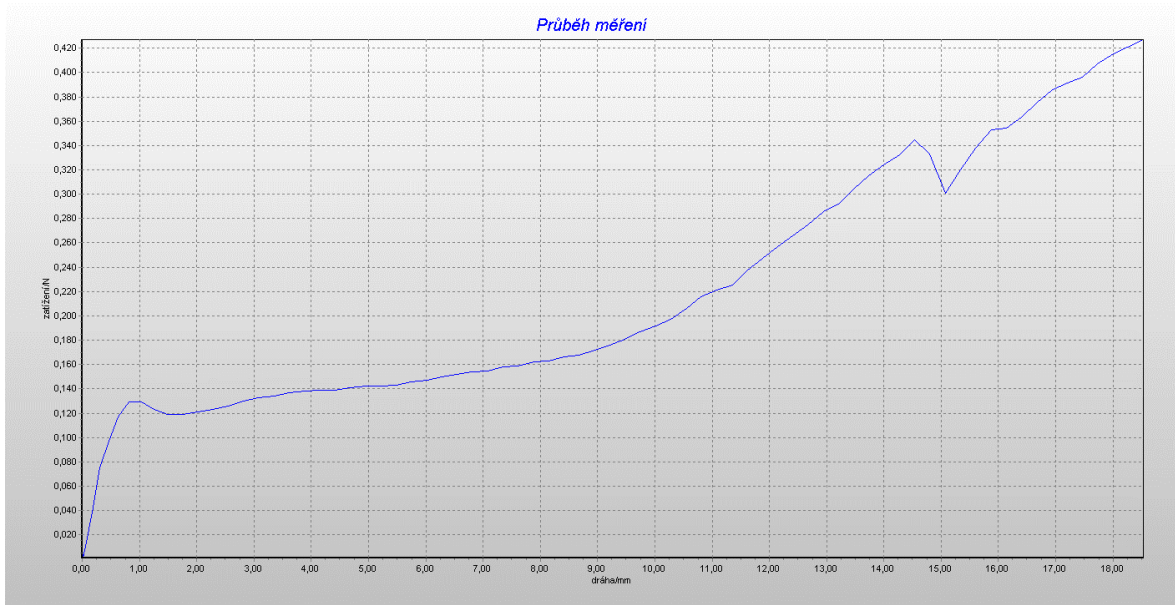
### Probant č. 2

Graf č. 3: Závislost velikosti zatěžující síly potřebné k přetržení vlasu odebraného před užíváním výživových tablet na prodloužení





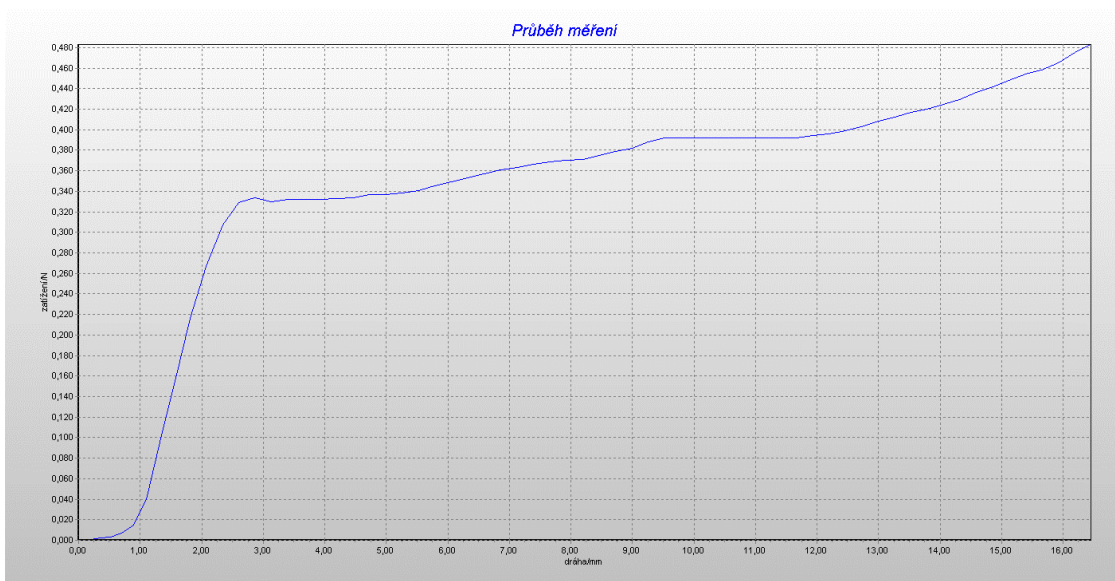
Graf č. 4: Závislost velikosti zatěžující síly potřebné k přetržení vlasu odebraného po užívání výživových tablet na prodloužení



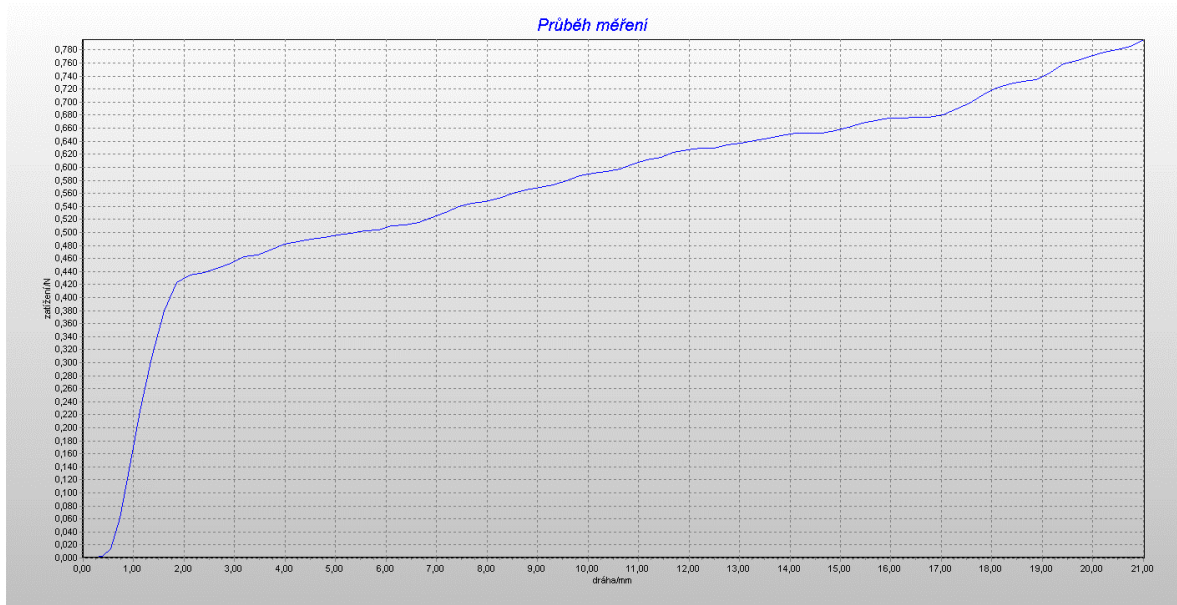
U probanda č. 2 můžeme z grafů 3 a 4 vyčíst, že vlas před užitím výživových tablet vydržel zatížení 0,390 N a po užití výživových tablet vydržel zatížení 0,420 N. U prodloužení vlasů je také patrné zlepšení.

### Probant č. 3

Graf č. 5: Závislost velikosti zatěžující síly potřebné k přetržení vlasu odebraného před užíváním výživových tablet na prodloužení



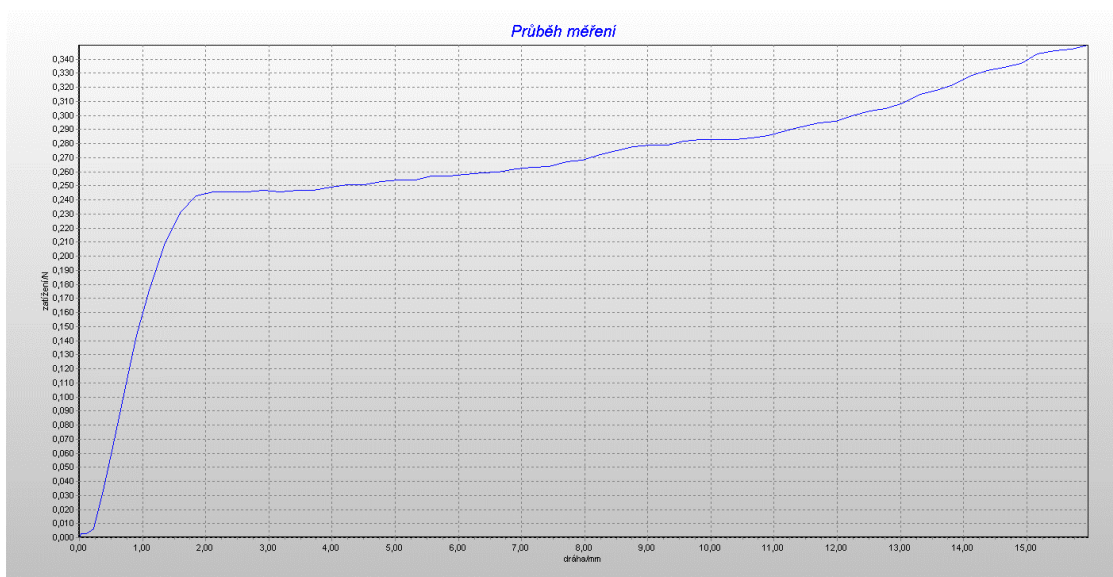
Graf č. 6: Závislost velikosti zatěžující síly potřebné k přetržení vlasu odebraného po užívání výživových tablet na prodloužení



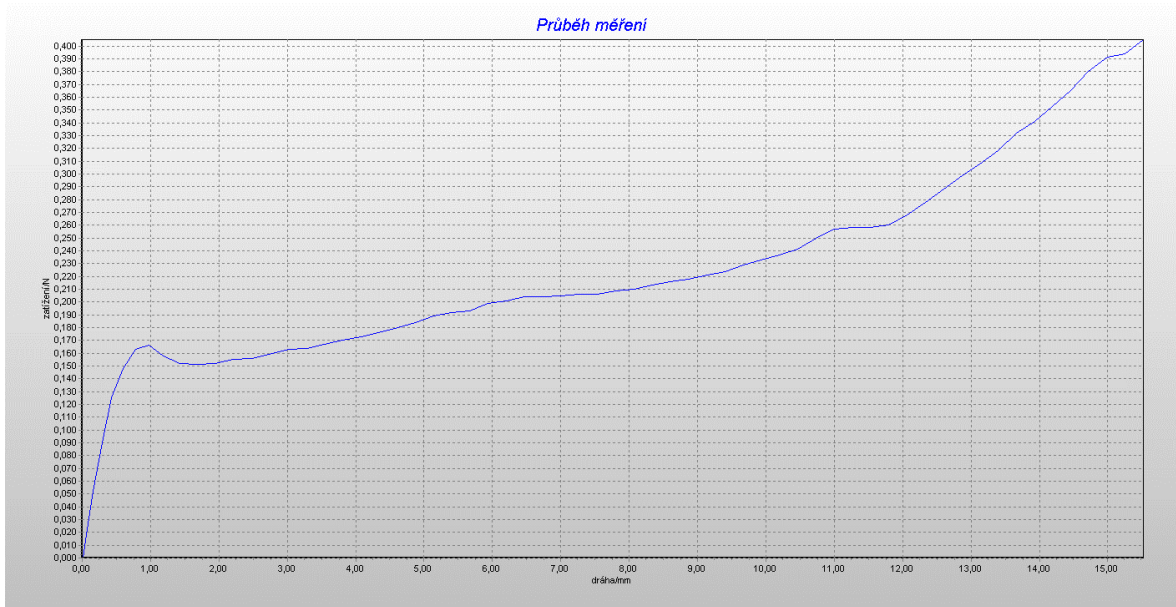
Pro probanda č. 3 je z grafů 5 a 6 zřejmé, že došlo ke zlepšení mechanických vlastností vlasů po užívání výživových tablet. Před užitím vlas vydržel zatížení 0,480 N a po užití vydržel zatížení 0,780 N. Zlepšení prodloužení je také patrné.

#### Probant č. 4

Graf č. 7: Závislost velikosti zatěžující síly potřebné k přetržení vlasu odebraného před užíváním výživových tablet na prodloužení



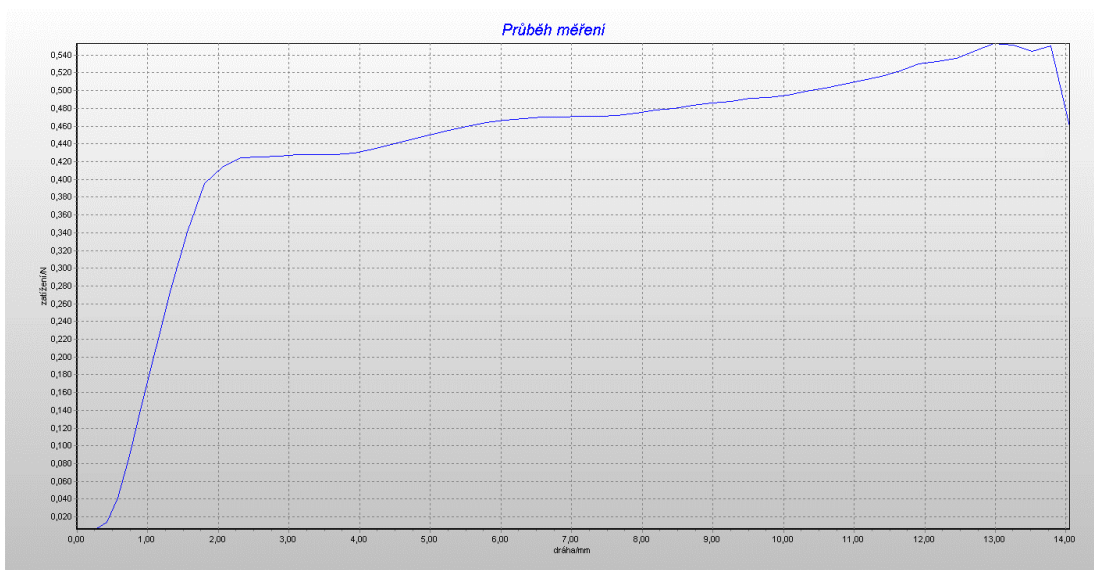
Graf č. 8: Závislost velikosti zatěžující síly potřebné k přetržení vlasu odebraného po užívání výživových tablet na prodloužení



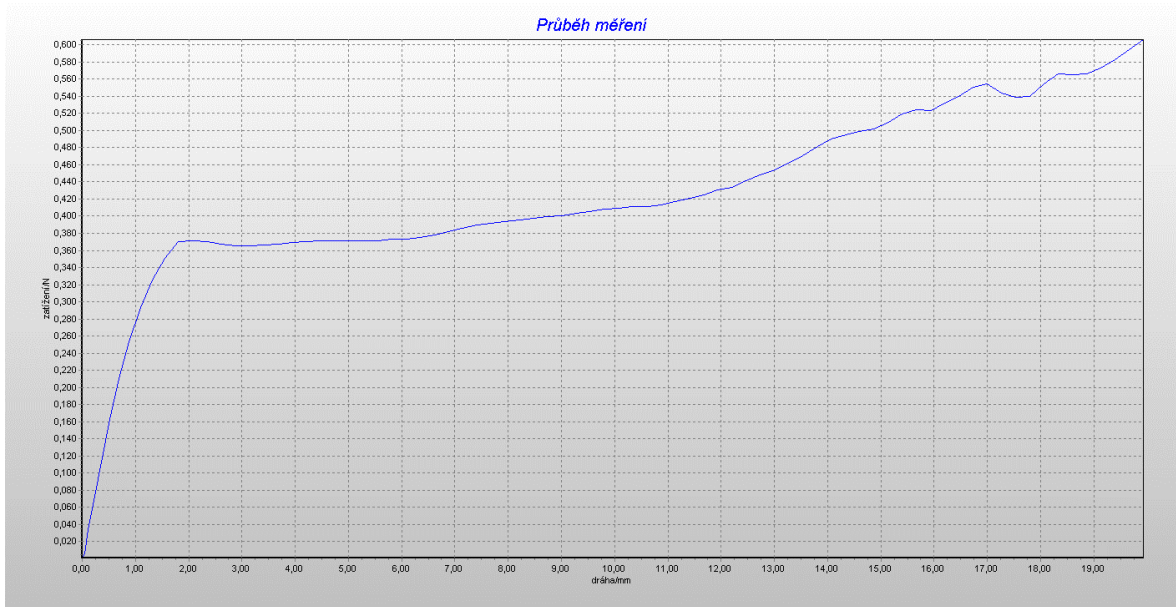
Pro probanda č. 4 je na grafech 7 a 8 vidět, že došlo ke zlepšení mechanických vlastností vlasů po užívání výživových tablet. Před užitím vlas vydržel zatížení 0,340 N a po užití vydržel zatížení 0,400 N. Drobné zlepšení prodloužení je také patrné.

### Probant č. 5

Graf č. 9: Závislost velikosti zatěžující síly potřebné k přetržení vlasu odebraného před užíváním výživových tablet na prodloužení



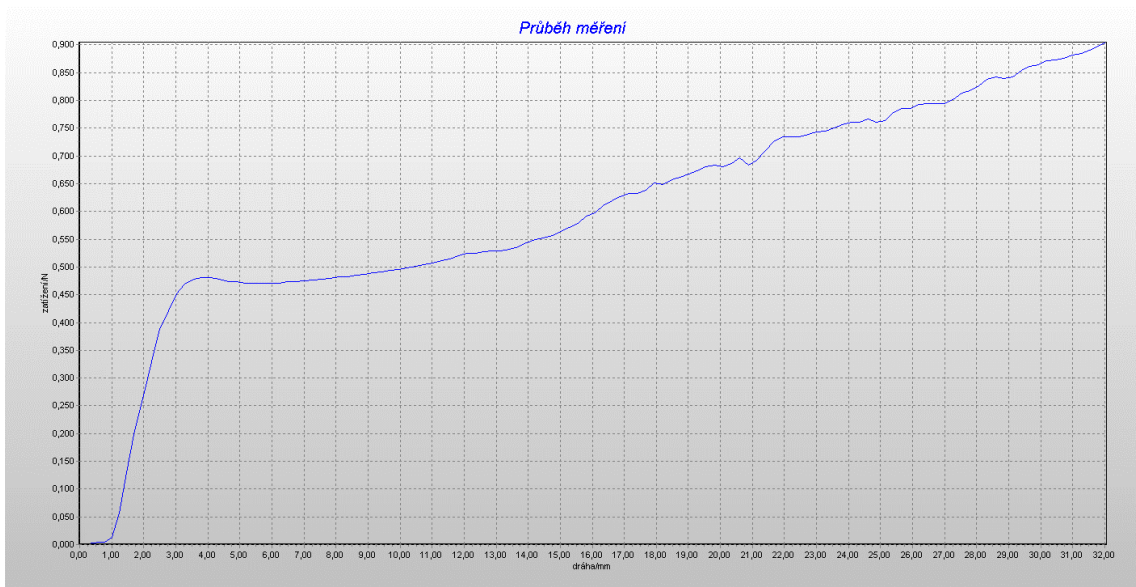
Graf č. 10: Závislost velikosti zatěžující síly potřebné k přetržení vlasu odebraného po užívání výživových tablet na prodloužení



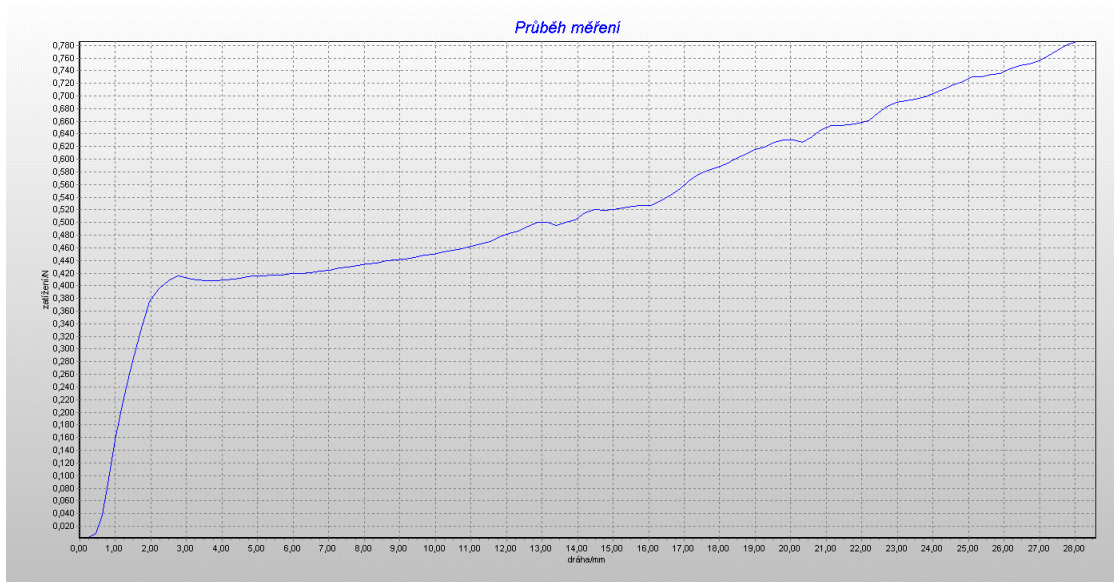
Pro probanda č. 5 je z grafů 9 a 10 zřejmé, že před užitím výživových tablet vydržel vlas zatížení 0,540 N a po užití vydržel zatížení 0,600 N. U prodloužení vlasů je také patrné zlepšení.

### Probant č. 6

Graf č. 11: Závislost velikosti zatěžující síly potřebné k přetržení vlasu odebraného před užíváním výživových tablet na prodloužení



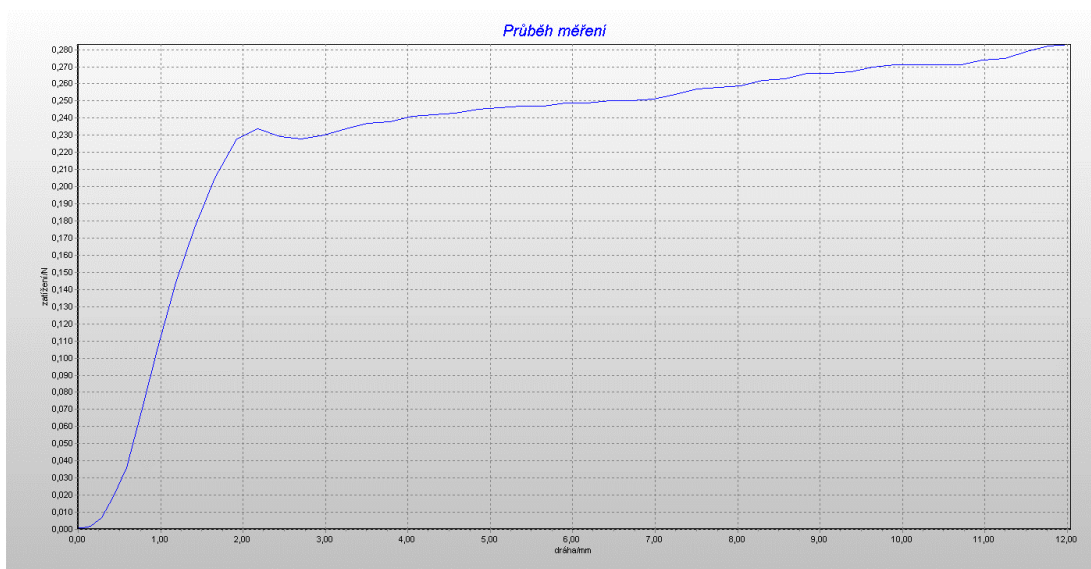
Graf č. 12: Závislost velikosti zatěžující síly potřebné k přetržení vlasu odebraného po užívání výživových tablet na prodloužení



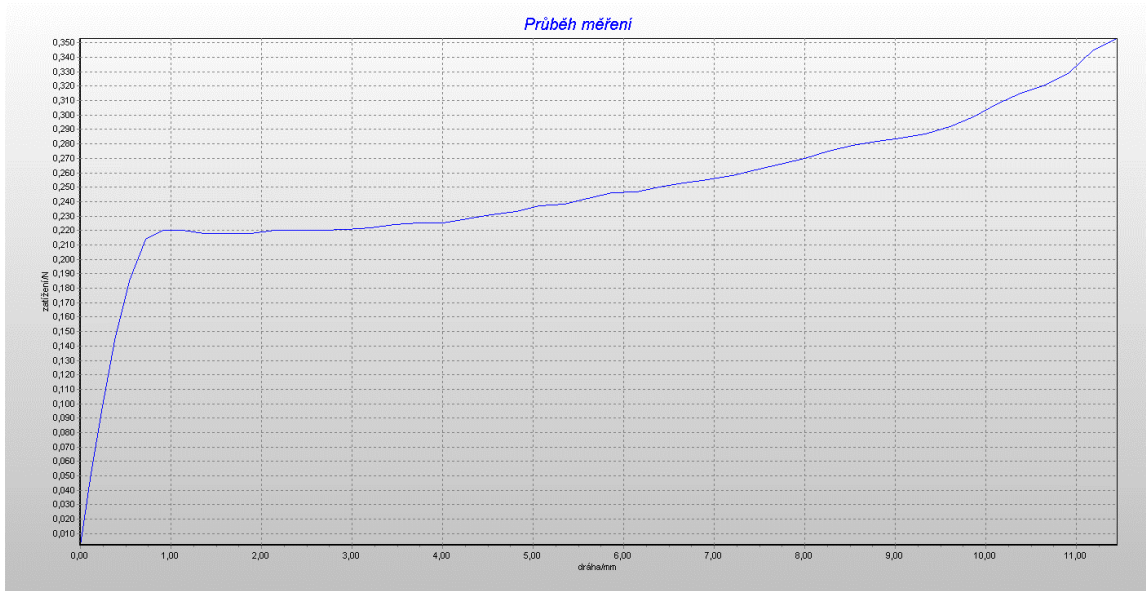
U probanda č. 6 je z grafů 11 a 12 zřejmé, že došlo lehce ke zhoršení mechanických vlastností vlasů. V grafu č. 11 jde vidět, že vlas vydržel zatížení do 0,900 N a prodloužení do 32,00 mm. V grafu č. 12 jde vidět, že vlas vydržel zatížení do 0,780 N a prodloužení do 28,00 mm.

### Probant č. 7

Graf č. 13: Závislost velikosti zatěžující síly potřebné k přetržení vlasu odebraného před užíváním výživových tablet na prodloužení



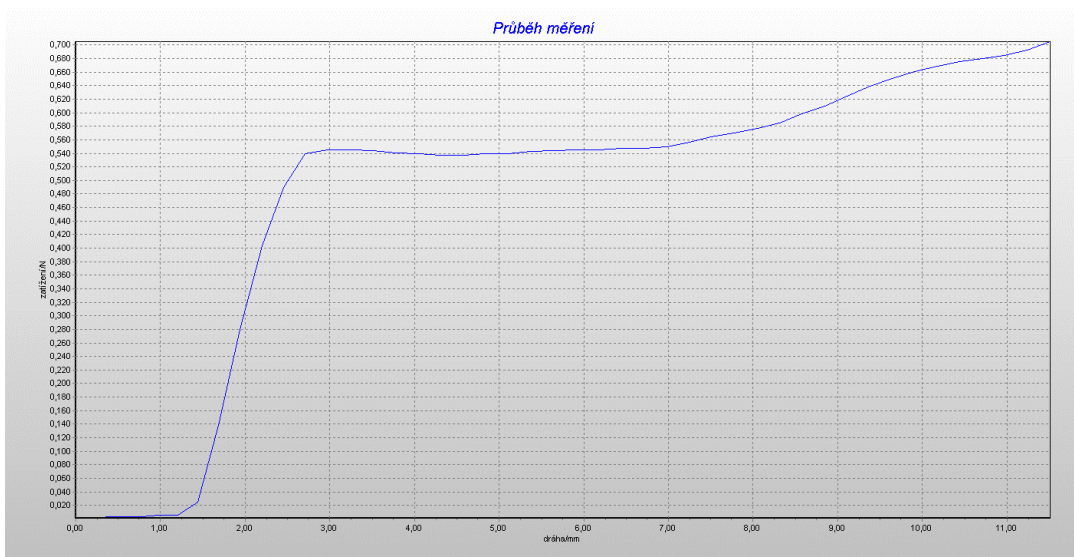
Graf č. 14: Závislost velikosti zatěžující síly potřebné k přetržení vlasu odebraného po užívání výživových tablet na prodloužení



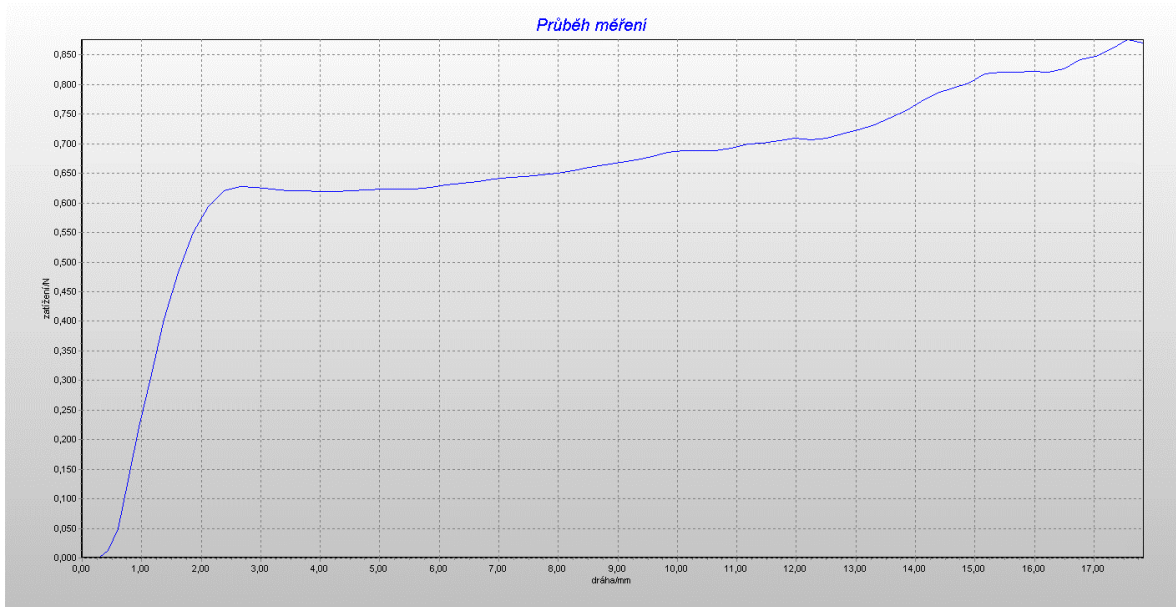
Pro probanda č. 7 je z grafů 13 a 14 zřejmé, že došlo lehce ke zlepšení mechanických vlastností vlasů. V grafu č. 13 jde vidět, že vlas vydržel zatížení 0,280 N a v grafu č. 14 je zřejmé, že vydržel zatížení 0,350 N. Prodloužení dosahovalo stejných hodnot a to kolem 12,00 mm.

### Proband č. 8

Graf č. 15: Závislost velikosti zatěžující síly potřebné k přetržení vlasu odebraného před užíváním výživových tablet na prodloužení



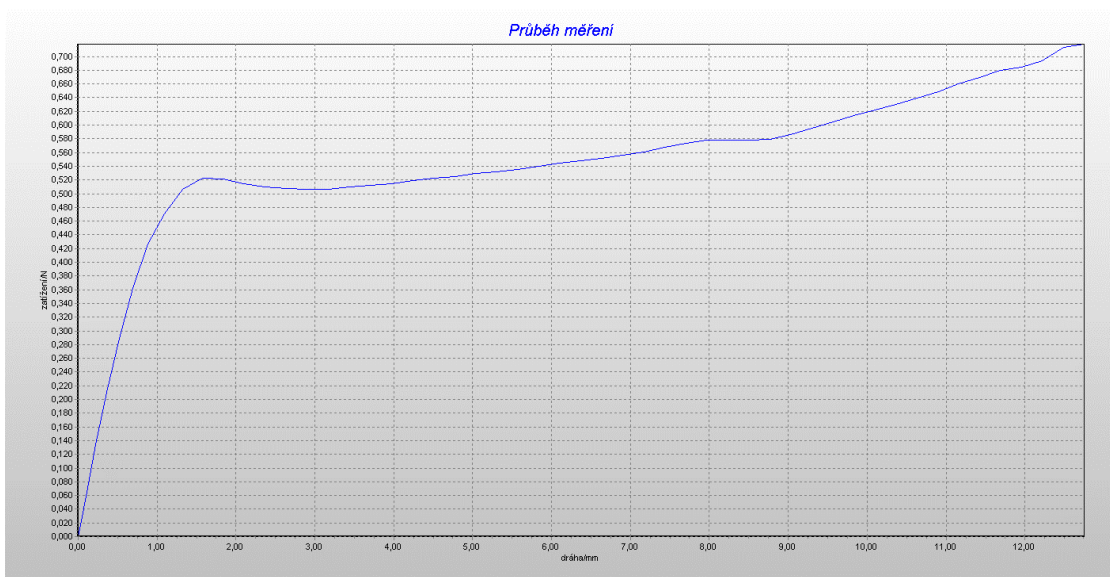
Graf č. 16: Závislost velikosti zatěžující síly potřebné k přetržení vlasu odebraného po užívání výživových tablet na prodloužení



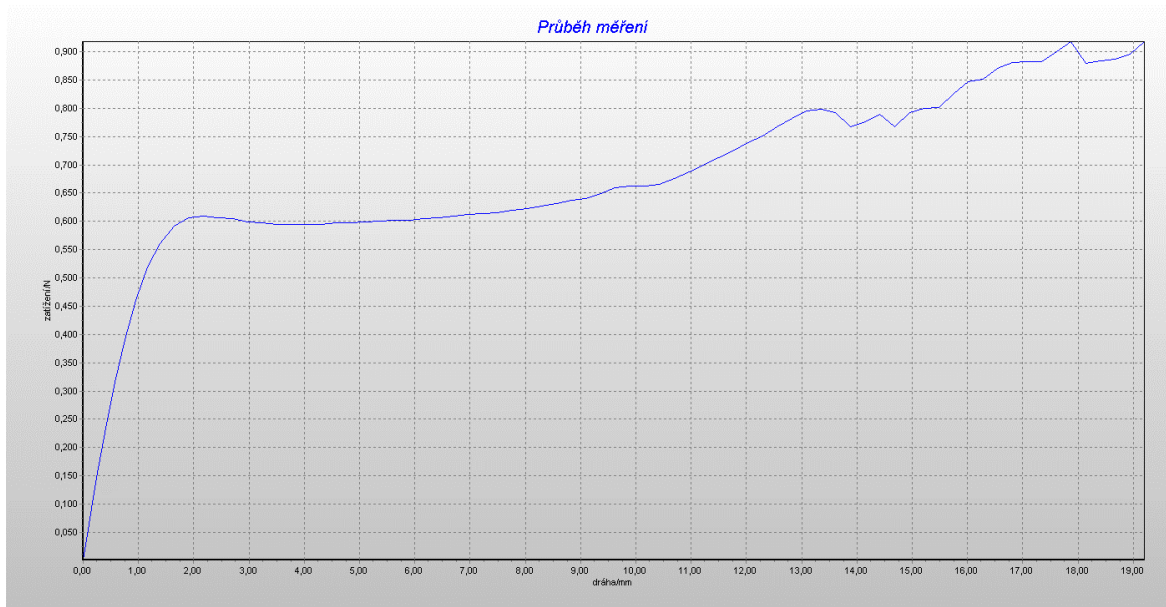
U probanda č. 8 je z grafů 15 a 16 zřejmé, že došlo ke zlepšení mechanických vlastností vlasů. V grafu č. 15 vydržel vlas zatížení 0,700 N a dosáhl prodloužení 11,5 mm, zatímco v grafu č. 16 vydržel vlas zatížení 0,850 N a dosáhl prodloužení 17,5 mm.

### Probant č. 9

Graf č. 17: Závislost velikosti zatěžující síly potřebné k přetržení vlasu odebraného před užíváním výživových tablet na prodloužení



Graf č. 18: Závislost velikosti zatěžující síly potřebné k přetržení vlasu odebraného po užívání výživových tablet na prodloužení



U probanda č. 9 je z grafů 17 a 18 patrné, že došlo ke zlepšení mechanických vlastností vlasů. V grafu č. 17 lze vidět, že vlas vydržel zatížení 0,820 N a dosáhl prodloužení 15,00 mm. V grafu č. 18 můžeme vidět, že vlas vydržel zatížení 0,900 N a dosáhl prodloužení 19,00 mm.

U probandů č. 1, 3 a 6 došlo k prodloužení přes 100 %, což je důsledkem pevných a zdravých vlasů.

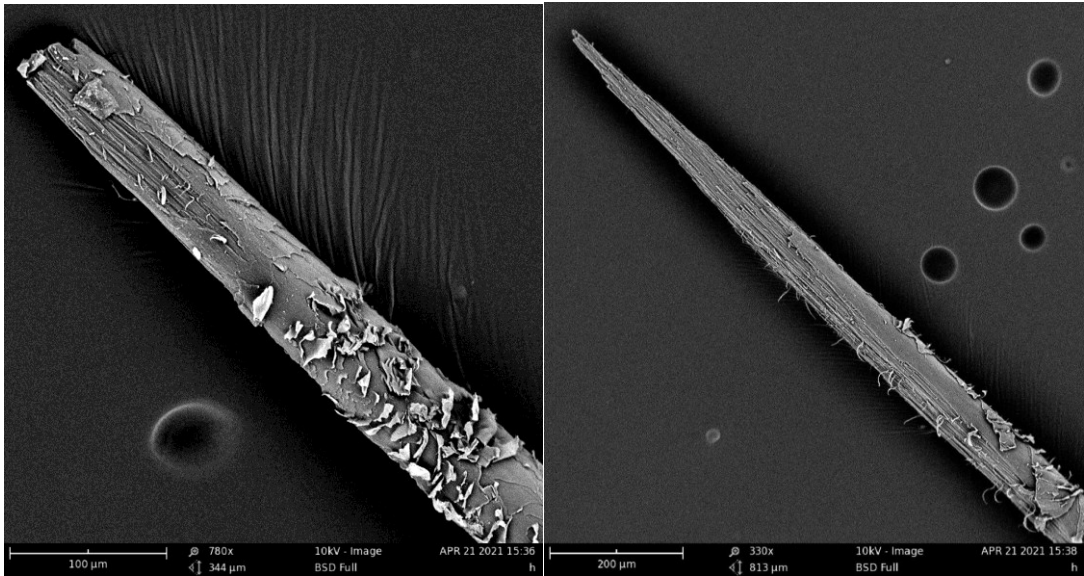
### 4.3 Sledování struktury vlasů

Pro sledování povrchu vlasu byly vybrány vzorky vlasů prvního, čtvrtého a šestého probanda z každé části experimentu, jako ukázkové, tedy vzorek vlasu před užitím výživových tablet s obsahem CBD a vzorek vlasu po užití výživových tablet s obsahem CBD. Tyto vzorky byly při tahové zkoušce přetrhnuty a následně byly pořízeny jejich mikroskopické snímky pomocí přístroje Phenom. Zbývající povrchy vlasů jsou uvedeny v Příloze P IV: Sledování povrchu vlasů.



**Proband č. 1**

Z obou fotek je patrné, že se vlasy lámaly po svých vrstvách.

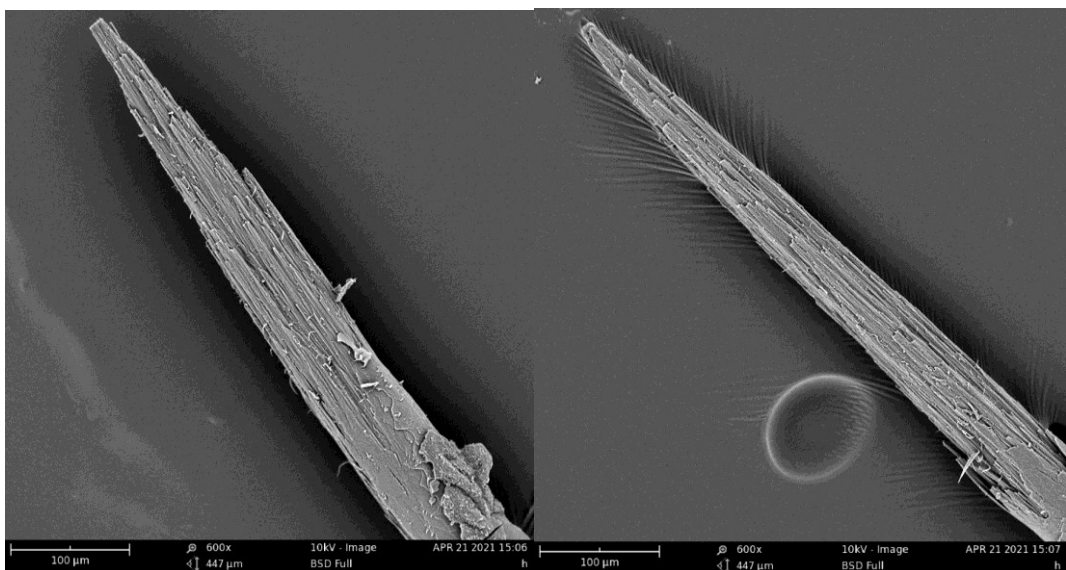


Obrázek č. 17: Lom vlasu před užitím tablet (vlevo) a lom vlasu po užití tablet (vpravo)

[vlastní zdroj]

**Proband č. 4**

Z obou fotek je patrné, že se vlasy lámaly po vrstvách.

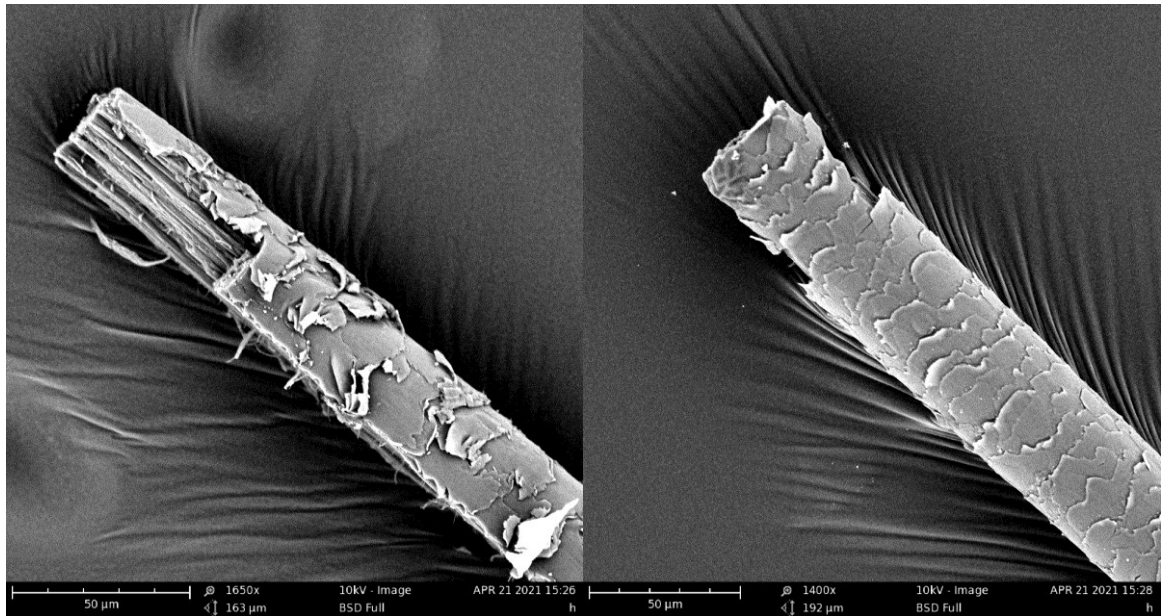


Obrázek č. 18: Lom vlasu před užitím tablet (vlevo) a lom vlasu po užití tablet (vpravo)

[vlastní zdroj]

**Proband č. 6**

Na obrázcích jde vidět, že vlasy se lámaly po jednotlivých vrstvách



Obrázek č. 19: Lom vlasu před užitím tablet (vlevo) a lom vlasu po užití tablet (vpravo)

[vlastní zdroj]

Ze snímků lomu vlasů je u všech probandů zřejmé, že se vlasy lámaly po svých jednotlivých vrstvách, což je důkazem zdravého a kvalitního vlasu. Pokud by se vlas ulomil najednou ve všech vrstvách stejně, byla by to známka slabého a poškozeného vlasu.

## ZÁVĚR

Teoretická část práce je zaměřena na informace o vlasech, jako jsou stavba, chemické složení, růstový cyklus vlasů, obsah keratinů a lipidů v etnických vlasech. Dále se teoretická část zabývá popisem a jednotlivými typy kanabinoidů, Endokanabinoidním systémem a kanabinoidními receptory. V neposlední řadě jsou popsány pozitivní účinky kanabinoidů na lidský organismus.

Cílem praktické části bylo naměřit hodnoty pevnosti potřebné k přetrhnutí vlasu a prodloužení pomocí tahové zkoušky, a to před a po užívání výživových doplňků na bázi rostlinných kanabinoidů. Na experimentu spolupracovalo devět probandů, kteří po dobu třech měsíců užívali výživový doplněk stravy s obsahem CBD. V první řadě bylo nutné odebrat cca 20 vlasů od každého probanda před a 20 vlasů po ukončení experimentu. Z každé části odběru bylo následně provedeno minimálně pět měření pevnosti tahu. Pomocí tahové zkoušky byly naměřeny hodnoty zatížení potřebného k přetrhnutí vlasu a jeho prodloužení. V dalším kroku experimentu byla stanovena tloušťka jednotlivých vlasů. Nakonec byly pořízeny mikroskopické snímky lomů vlasů.

Z devíti probandů došlo u pěti ke zvýšení pevnosti potřebné k přetrhnutí vlasů. U šesti probandů došlo k zvětšení prodloužení pomocí tahové zkoušky. U zbývajících probandů nebyl prokázán významný rozdíl v mechanických vlastnostech vlasů před užíváním a po užívání výživového doplňku stravy Cannasan IMUNO. U snímků lomu vlasů bylo možné vidět, že se vlasy lámaly po svých jednotlivých vrstvách, a to u každého probanda, což je důkaz zdravého a kvalitního vlasu.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Lidský vlas. *Oskar salon hair creation* [online]. Praha [cit. 2020-12-02]. Dostupné z: <http://www.studio-oskar.cz/clanek/2-lidsky-vlas-slozeni-padani-a-dalsi-zajimavosti>
- [2] *Co byste měli vědět o vlasech* [online]. Brno [cit. 2020-12-02]. Dostupné z: [https://is.muni.cz/el/ped/jaro2012/OP3MK\\_ZABI/Co\\_byste\\_meli\\_vedet\\_o\\_vlasech.pdf](https://is.muni.cz/el/ped/jaro2012/OP3MK_ZABI/Co_byste_meli_vedet_o_vlasech.pdf). Masarykova univerzita v Brně.
- [3] HYMLÁROVÁ, Kateřina. *Vliv přídavku bílkovinných hydrolyzátů do vlasové kosmetiky na mechanické vlastnosti vlasu* [online]. Zlín, 2019 [cit. 2020-12-06]. Dostupné z: [https://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/45630/hyml%20c3%a1rov%20c3%a1\\_2019\\_dp.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/45630/hyml%20c3%a1rov%20c3%a1_2019_dp.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati. Vedoucí práce Černeková Martina, Ing. Ph.D.
- [4] ČIHÁK, Radomír (2002): *Anatomie 3*. Praha: Grada Publishing.
- [5] Hair biology. *Keratin.com* [online]. USA: Web master [cit. 2020-12-02]. Dostupné z: <https://www.keratin.com/aa/>
- [6] YANG, Fei-Chi, Lily ZHANG a Maikel C RHEINSTÄDTER. The structure of people's hair. *PubMed* [online]. 2014, 19 [cit. 2020-12-02]. Dostupné z: doi:10.7717/peerj.619
- [7] MICHALÍKOVÁ, Helena. *Struktura vlasu a vlasový cyklus*. In: Arenberger, Petr a kol., *Klinická trichologie*. Praha: Maxdorf, 2002.
- [8] TITLBACHOVÁ, Svatava. *Lidské vlasy a zvířecí chlupy*. Praha: Academia, 1967.
- [9] YU, Yang, Wen YANG, Bin WANG a Marc André MEYERS. *Structure and mechanical behavior of human hair* [online]. 2017, , 152-163 [cit. 2020-12-02]. ISSN 0928-4931. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.msec.2016.12.008>Get
- [10] JOLLES, Pierre a Helmut ZAHN. *Formation and Structure of Human Hair*. Berlin: Springer Verlag Ny, 1997. ISBN 0817651195, 9780817651190.
- [11] Keratins and lipids in ethnic hair. *International Journal of Cosmetic Science* [online]. 2012, (35), 244-249 [cit. 2020-12-02]. Dostupné z: doi:10.1111/ics.12035
- [12] STENN, Kurt a PAUS, Ralf. (2001). Controls of Hair Follicle Cycling. *Physiological reviews*. 81. 10.1152/physrev.2001.81.1.449.

- [13] MARTÍ, M., C. BARBA, A. M. MANICH, L. RUBIO, C. ALONSO a L. CODERCH. The influence of hair lipids in ethnic hair properties. *International Journal of Cosmetic Science*. Barcelona, Spain, 2015, **2016**(38), 77-84. Dostupné z: doi:10.1111/ics.12261
- [14] *Kanabinoidy* [online]. 2021 [cit. 2021-01-22]. Dostupné z: <https://kanabinoidy.cz/vzdelani/kanabinoidy/>
- [15] Han Li, Yuzhi Liu, Danni Tian, Lei Tian, Xingke Ju, Liang Qi, Yongbo Wang a Chengyuan Liang. Overview of cannabidiol (CBD) and its analogues: Structures, biological activities, and neuroprotective mechanisms in epilepsy and Alzheimer's disease. *European Journal of Medicinal Chemistry* [online]. 2020 [cit. 2021-01-22]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2020.112163>
- [16] FIŠAR, Zdeněk. Endokanabinoidy. *Chemické listy* [online]. 2006, (314-322), 1-9 [cit. 2021-01-22]. Dostupné z: [http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2006\\_05\\_314-322.pdf](http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2006_05_314-322.pdf)
- [17] FIŠAR, Zdeněk. Fytokanabinoidy. *Chemické listy* [online]. 2006, (233-242), 1-10 [cit. 2021-01-22]. Dostupné z: [http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2006\\_04\\_233-242.pdf](http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2006_04_233-242.pdf)
- [18] Co jsou to syntetické kanabinoidy? *Cibdol* [online]. [cit. 2021-01-22]. Dostupné z: <https://www.cibdol.cz/cbd-encyklopedie/co-jsou-to-synteticke-kanabinoidy>
- [19] Jack Jansma, Fleur Brinkman, Saskia van Hemert a Sahar El Aidy. Targeting the endocannabinoid system with microbial interventions to improve gut integrity. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry* [online]. **2020**, 1-8 [cit. 2021-01-22]. Dostupné z: doi: <https://doi.org/10.1016/j.pnpbp.2020.110169>
- [20] VACKOVÁ, Kristýna. Léčebná síla konopí. *Vitalia.cz* [online]. Praha [cit. 2021-5-1]. Dostupné z: <https://www.vitalia.cz/clanky/lecebna-sila-konopi/>
- [21] Cannasan IMUNO. *Konopin.cz* [online]. Lutonina [cit. 2021-5-1]. Dostupné z: <https://www.konopin.cz/cannasan-imuno-pro>
- [22] MACHOVÁ, Denisa. *Mechanické vlastnosti lidského vlasu*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2016, 104 s. Dostupné také z: <http://hdl.handle.net/10563/39039>. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta technologická, Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky. Vedoucí práce Černeková, Martina.
- [23] Phenom XL. *Anamet s.r.o.* [online]. Praha [cit. 2021-5-1]. Dostupné z: <https://www.anamet.cz/phenom-xl>

- [24] Quorum: Zařízení pro povrchovou úpravu vzorků pro SEM/TEM Quorum Technologies. *Quorum Technologies* [online]. Praha [cit. 2021-5-1]. Dostupné z: <https://www.edlin.cz/quorum-naprasovacky-kovu-uhliku-pro-sem-tem.html>
- [25] *Wikipedie: Otevřená encyklopedie: Vlas* [online]. c2021 [citováno 14. 05. 2021]. Dostupný z WWW: <<https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Vlas&oldid=19817234>>
- [26] Vlasové buňky - základ zdravých vlasů. *Akademie Inhair* [online]. Ostrava, 2019 [cit. 2021-5-1]. Dostupné z: <https://akademie.inhair.cz/vlasove-bunky-zaklad-krasnych-vlasu/>
- [27] JURDA, Mikoláš. *Vlasy člověka: Využití lidských vlasů ve forenzní antropologii* [online]. Brno, 2005 [cit. 2021-5-17]. Dostupné z: [https://is.muni.cz/th/85144/prif\\_b/Vlasy\\_cloveka\\_ve\\_forezni\\_antropologii.pdf](https://is.muni.cz/th/85144/prif_b/Vlasy_cloveka_ve_forezni_antropologii.pdf).  
Bakalářská práce. Masarykova univerzita v Brně. Vedoucí práce RNDr. Miroslav Králík, Ph.D.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

Ca Vápník

Mg Hořčík

Sr Stroncium

B Bor

Al Hliník

Na Sodík

K Draslík

Zn Zinek

DNA Deoxyribonukleová kyselina

RNA Ribonukleová kyselina

CB1 Kanabinoidní receptor 1

CB2 Kanabinoidní receptor 2

THC Tetrahydrokanabinol

CBD Kanabidiol

CBN Kanabinol

2-AG 2-arachidonoylglycerol

AEA N-arachidonoylethanolamine

CNS Centrální nervová soustava

THCA Tetrahydrokanabinolová kyselina

CBDA Kanabidiolová kyselina

CBC Kanabichromen

CBG Kanabigerol

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1 Stavba vlasu pod stereomikroskopem .....	13
Obrázek 2 Cyklus růstu vlasu .....	17
Obrázek 3 Endokanabinoidní systém .....	21
Obrázek 4 Sáček se vzorky .....	29
Obrázek 5 Papírový držák (vlevo) a lepidlo (vpravo) .....	29
Obrázek 6 Přístroj PROMI-PC .....	31
Obrázek 7 Upnutí vzorku v držáku .....	31
Obrázek 8 Přístroj Phenom .....	32
Obrázek 9 Software přístroje (vlevo) a držák s terčíkem a nalepenými vzorky (vpravo) ...	33
Obrázek 10 Terčíky s nalepenými vzorky .....	34
Obrázek 11 Přístroj Quorum .....	34
Obrázek 12 Vzor měření tloušťky vlasů .....	36
Obrázek 13 Tloušťka vlasu před užitím tablet (vlevo) a tloušťka vlasu po užití (vpravo)..	37
Obrázek 14 Tloušťka vlasu před užitím tablet (vlevo) a tloušťka vlasu po užití (vpravo)..	38
Obrázek 15 Tloušťka vlasu před užitím tablet (vlevo) a tloušťka vlasu po užití (vpravo)..	38
Obrázek 16 Závislost napětí na deformaci .....	47
Obrázek 17 Lom vlasu před užitím tablet (vlevo) a lom vlasu po užití tablet (vpravo) .....	57
Obrázek 18 Lom vlasu před užitím tablet (vlevo) a lom vlasu po užití tablet (vpravo) .....	57
Obrázek 19 Lom vlasu před užitím tablet (vlevo) a lom vlasu po užití tablet (vpravo) .....	58



**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1 Charakteristika probandů.....	26
Tabulka 2 Charakteristika probandů.....	27
Tabulka 3 Charakteristika probandů.....	28
Tabulka 4 Technické parametry přístroje PROMI-PC .....	30
Tabulka 5 Naměřené hodnoty tloušťky vlasů před a po použití tablet s obsahem CBD pro probandy č. 1,2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 a 9.....	36
Tabulka 6 Zatížení a prodloužení pro probanda č. 1 .....	39
Tabulka 7 Zatížení a prodloužení pro probanda č. 2 .....	40
Tabulka 8 Zatížení a prodloužení pro probanda č. 3 .....	41
Tabulka 9 Zatížení a prodloužení pro probanda č. 4 .....	42
Tabulka 10 Zatížení a prodloužení pro probanda č. 5 .....	42
Tabulka 11 Zatížení a prodloužení pro probanda č. 6 .....	43
Tabulka 12 Zatížení a prodloužení pro probanda č. 7 .....	44
Tabulka 13 Zatížení a prodloužení pro probanda č. 8 .....	45
Tabulka 14 Zatížení a prodloužení pro probanda č. 9 .....	45

## SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Závislost velikosti zatěžující síly potřebné k přetržení vlasu odebraného před užíváním výživových tablet na prodloužení pro probanda č. 1 .....	47
Graf 2 Závislost velikosti zatěžující síly potřebné k přetržení vlasu odebraného po užívání výživových tablet na prodloužení pro probanda č. 1 .....	48
Graf 3 Závislost velikosti zatěžující síly potřebné k přetržení vlasu odebraného před užíváním výživových tablet na prodloužení pro probanda č. 2 .....	48
Graf 4 Závislost velikosti zatěžující síly potřebné k přetržení vlasu odebraného po užívání výživových tablet na prodloužení pro probanda č. 2 .....	49
Graf 5 Závislost velikosti zatěžující síly potřebné k přetržení vlasu odebraného před užíváním výživových tablet na prodloužení pro probanda č. 3 .....	49
Graf 6 Závislost velikosti zatěžující síly potřebné k přetržení vlasu odebraného po užívání výživových tablet na prodloužení pro probanda č. 3 .....	50
Graf 7 Závislost velikosti zatěžující síly potřebné k přetržení vlasu odebraného před užíváním výživových tablet na prodloužení pro probanda č. 4 .....	50
Graf 8 Závislost velikosti zatěžující síly potřebné k přetržení vlasu odebraného po užívání výživových tablet na prodloužení pro probanda č. 4 .....	51
Graf 9 Závislost velikosti zatěžující síly potřebné k přetržení vlasu odebraného před užíváním výživových tablet na prodloužení pro probanda č. 5 .....	51
Graf 10 Závislost velikosti zatěžující síly potřebné k přetržení vlasu odebraného po užívání výživových tablet na prodloužení pro probanda č. 5 .....	52
Graf 11 Závislost velikosti zatěžující síly potřebné k přetržení vlasu odebraného před užíváním výživových tablet na prodloužení pro probanda č. 6 .....	52
Graf 12 Závislost velikosti zatěžující síly potřebné k přetržení vlasu odebraného po užívání výživových tablet na prodloužení pro probanda č. 6 .....	53
Graf 13 Závislost velikosti zatěžující síly potřebné k přetržení vlasu odebraného před užíváním výživových tablet na prodloužení pro probanda č. 7 .....	53
Graf 14 Závislost velikosti zatěžující síly potřebné k přetržení vlasu odebraného po užívání výživových tablet na prodloužení pro probanda č. 7 .....	54
Graf 15 Závislost velikosti zatěžující síly potřebné k přetržení vlasu odebraného před užíváním výživových tablet na prodloužení pro probanda č. 8 .....	54
Graf 16 Závislost velikosti zatěžující síly potřebné k přetržení vlasu odebraného po užívání výživových tablet na prodloužení pro probanda č. 8 .....	55
Graf 17 Závislost velikosti zatěžující síly potřebné k přetržení vlasu odebraného před užíváním výživových tablet na prodloužení pro probanda č. 9 .....	55
Graf 18 Závislost velikosti zatěžující síly potřebné k přetržení vlasu odebraného po užívání výživových tablet na prodloužení pro probanda č. 9 .....	56

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Charakteristika probandů

Příloha P II: Sledování tloušťky vlasů

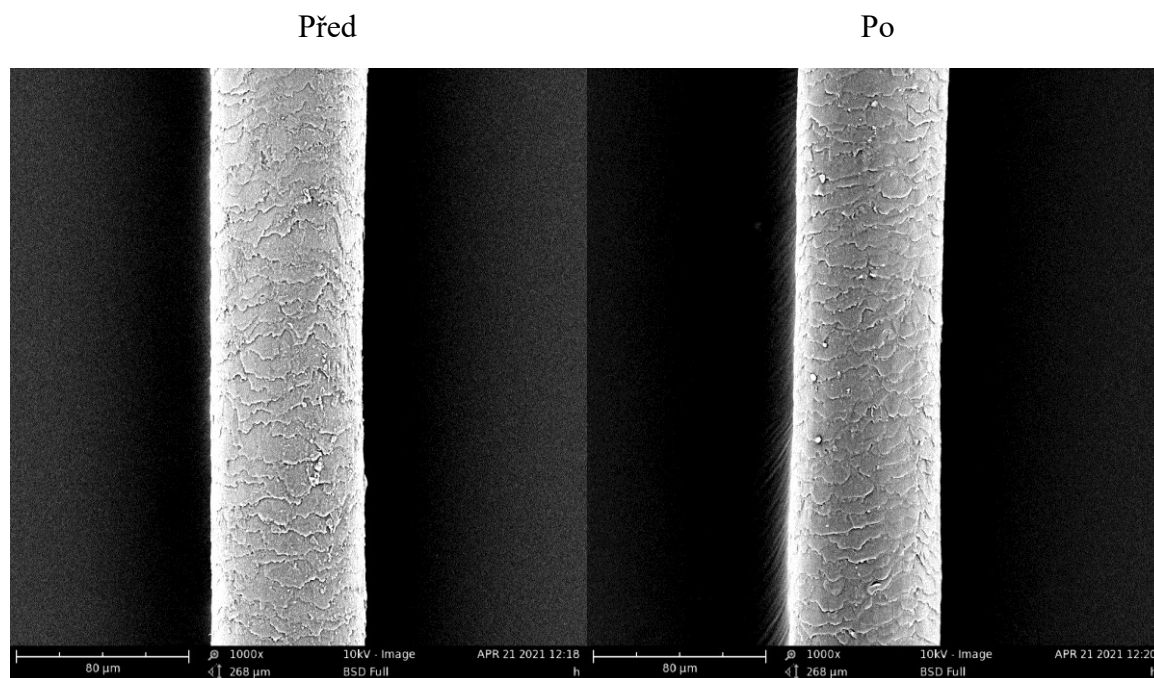
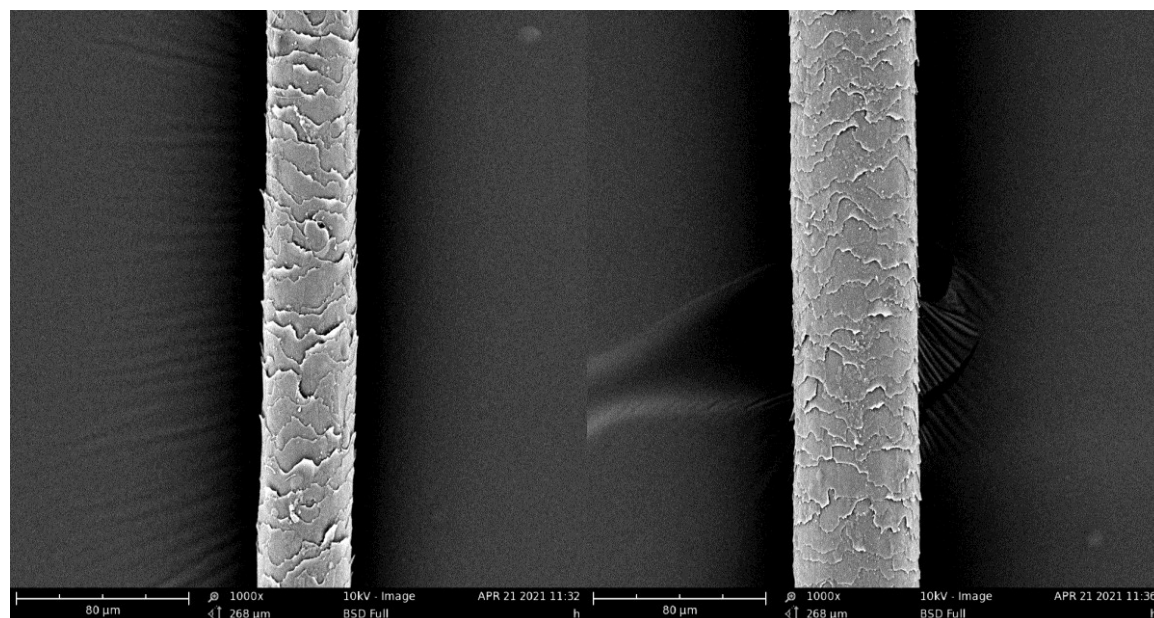
Příloha P III: Graf závislosti zatěžující síly na prodloužení

Příloha P IV: Sledování povrchu vlasů

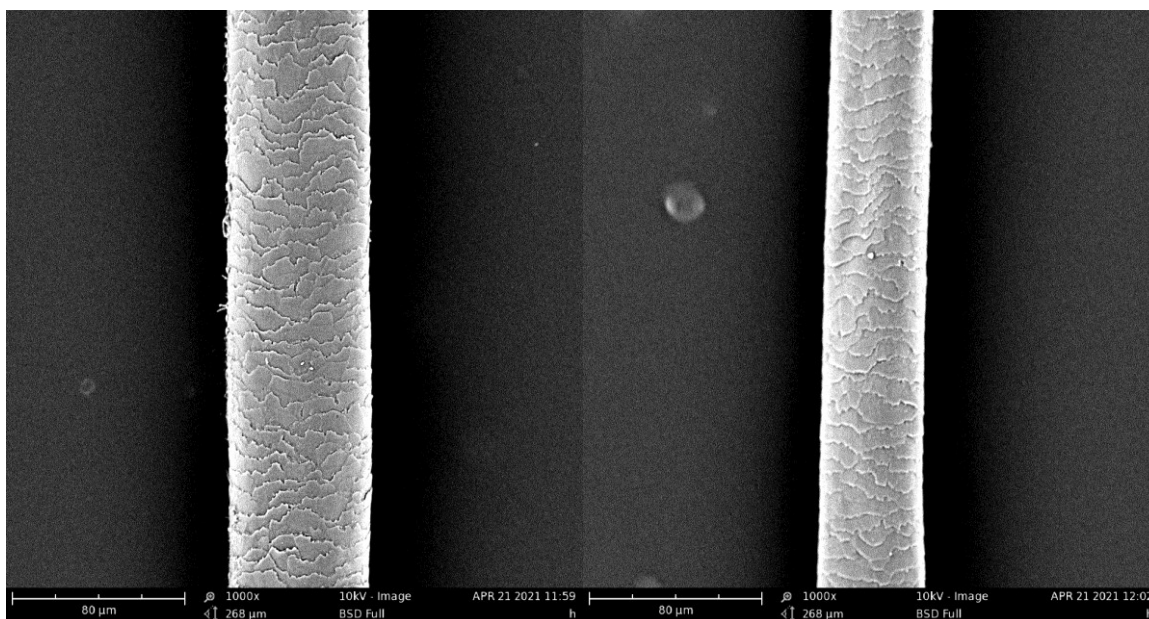
## PŘÍLOHA P I: CHARAKTERISTIKA PROBANDŮ

## Dotazník

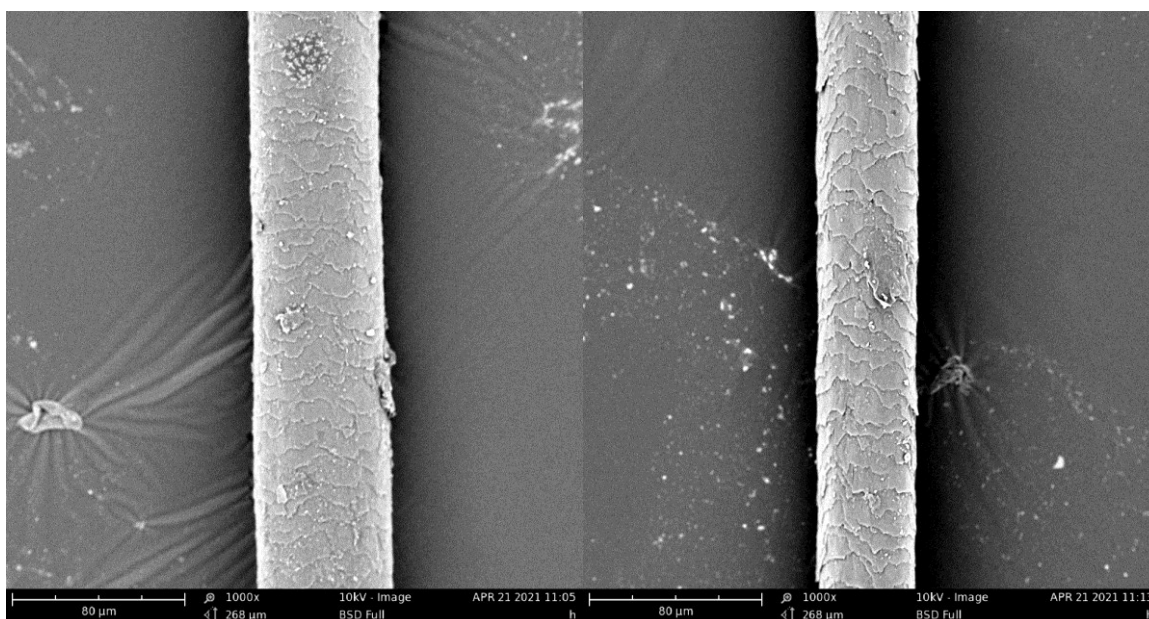
- 1) **Jaká je Vaše věková kategorie?**
  - 20-25 let
  - 25-34 let
  - 35-44 let
  - 45-54 let
  - 55-64 let
- 2) **Jak dlouhé jsou Vaše vlasy?**
  - krátké
  - středně dlouhé
  - dlouhé
- 3) **Jaký typ vlasů máte?**
  - rovné
  - vlnité
  - kudrnaté
- 4) **Jaká je Vaše přírodní barva vlasů?**
  - hnědá
  - černá
  - blond
  - rezavá
- 5) **Máte barvené/melírované vlasy?**
  - ano
  - ne
- 6) **Pokud ano, jak často si vlasy barvíte?**
  - jednou za měsíc
  - po 3 měsících
  - jednou za půl roku
  - jednou za rok
  - jinak:.....
- 7) **Jakou používáte vlasovou elektrotechniku?**
  - fén
  - kartáčový fén
  - žehličku
  - kulmu
  - nepožívám nic
  - jinou:.....
- 8) **Jak často používáte vlasovou elektrotechniku?**
  - po každém umytí
  - každý den
  - jinak:.....
- 9) **Jak často si myjete vlasy?**
  - méně než 1x týdně
  - 1-2x týdně
  - 3-4x týdně
  - každý den
- 10) **Jaký typ šamponu používáte?**
  - z drogerie
  - profesionální přípravky (od kadeřnic)
  - jiné:.....
- 11) **Používáte kromě šamponu i další přípravky na vlasy?**
  - ano
  - ne
- 12) **Pokud ano, tak jaké.**
  - kondicionér/balzám
  - olej
  - Masku
  - sérum na vlasy
  - sprej na rozčesávání
  - sprej na ochranu vlasu při vysokých teplotách
  - lak/gel/tužidlo
  - nepoužívám nic
  - jiné: .....

**PŘÍLOHA P II: SLEDOVÁNÍ TLOUŠŤKY VLASŮ****Proband č. 1****Proband č. 4**

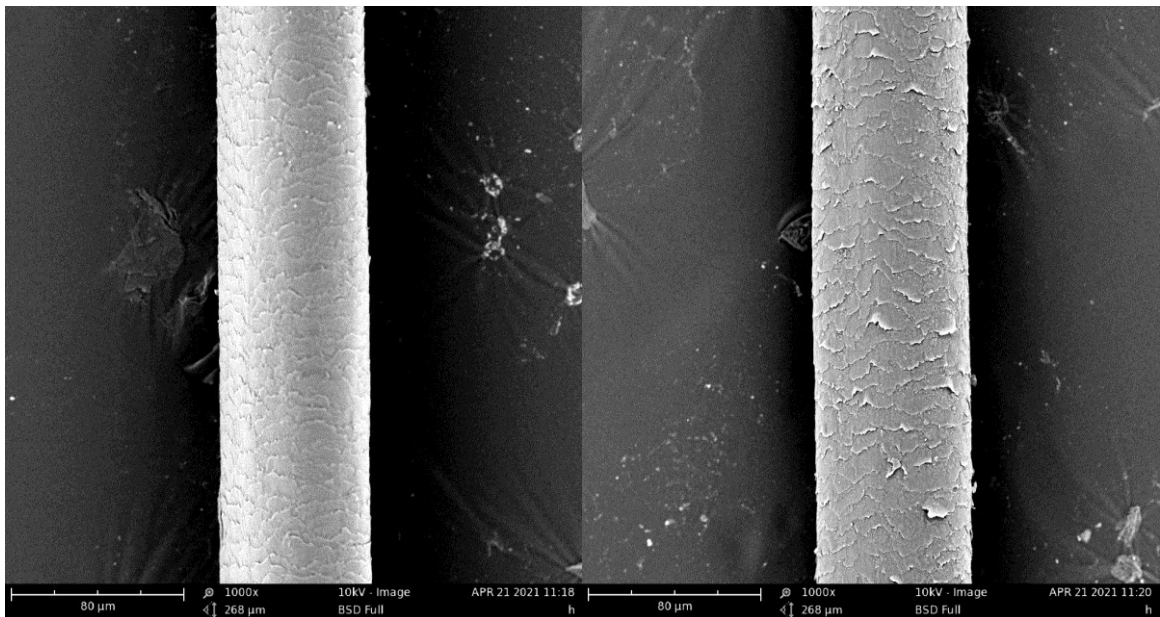
Proband č. 6



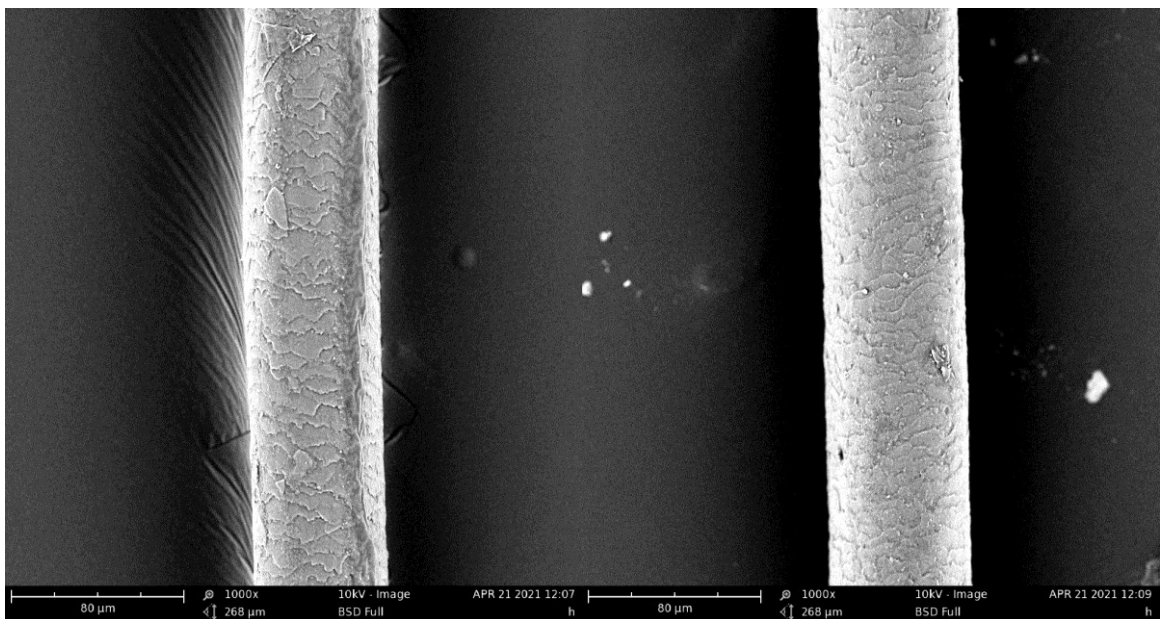
Proband č. 7



**Proband č. 8**



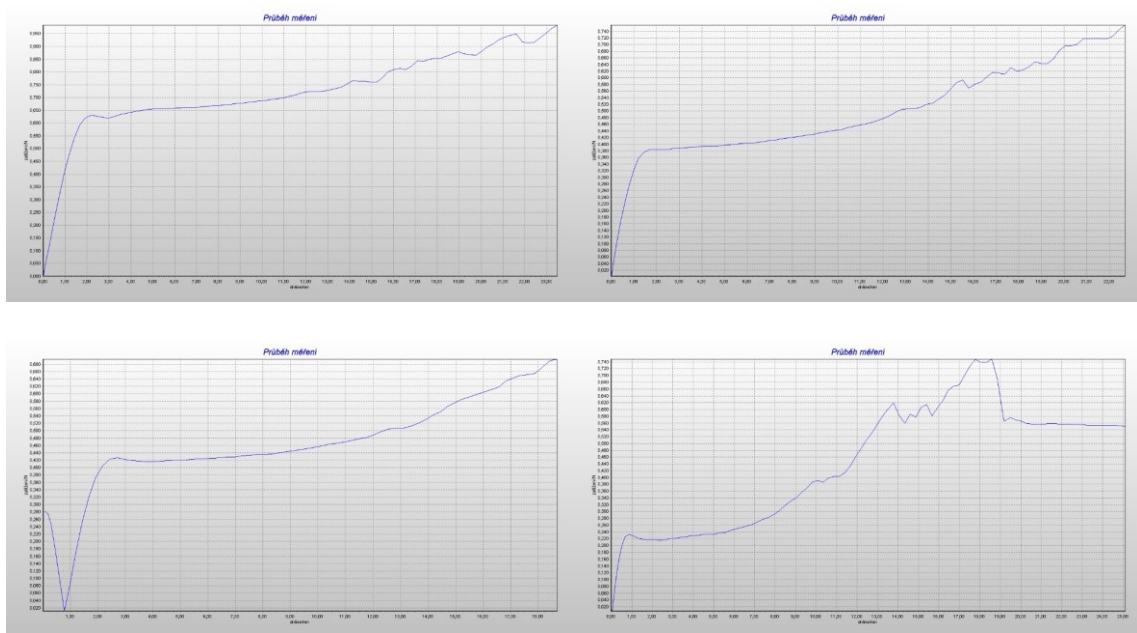
**Proband č. 9**



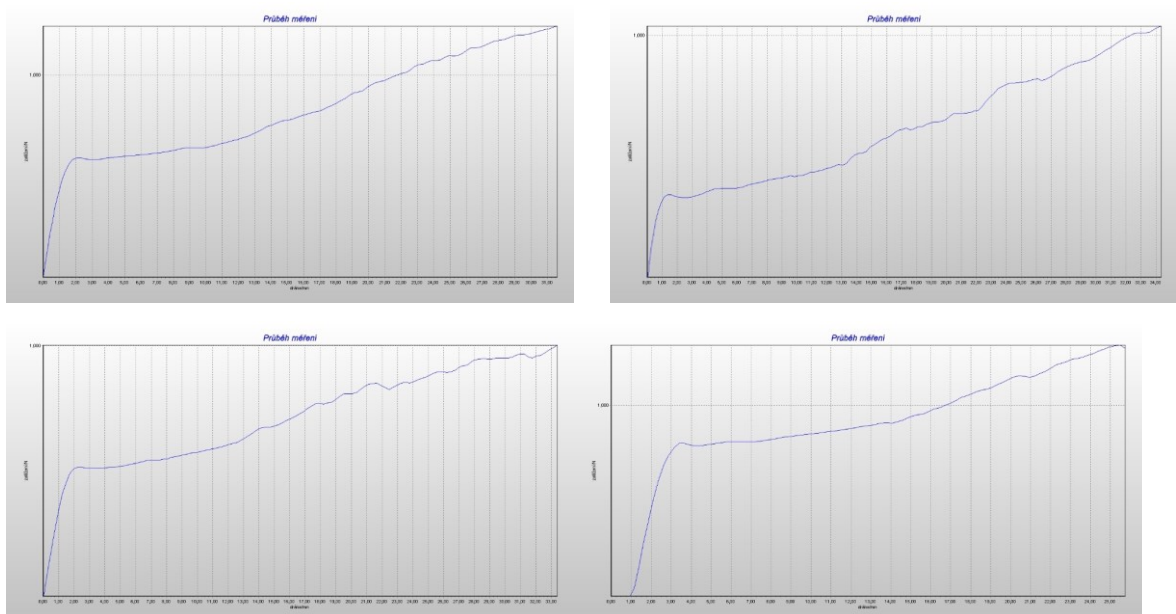
# PŘÍLOHA P III: GRAF ZÁVISLOSTI ZATĚŽUJÍCÍ SÍLY NA PRODLOUŽENÍ

Proband č. 1

Před



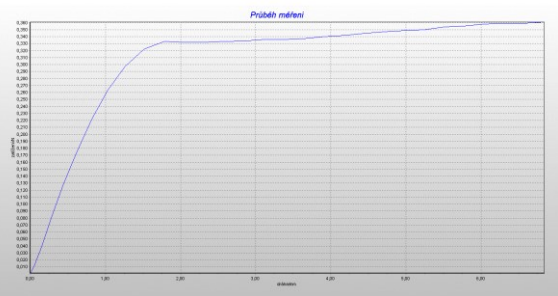
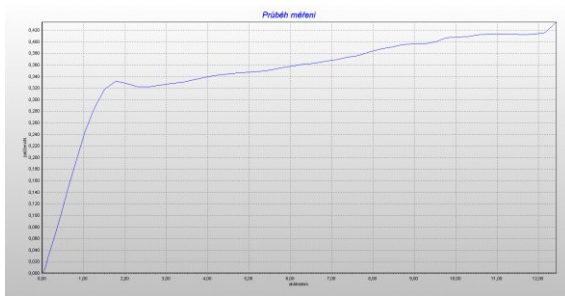
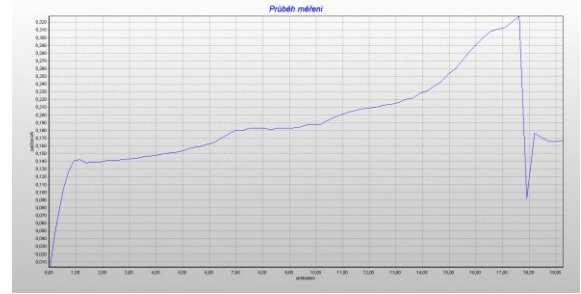
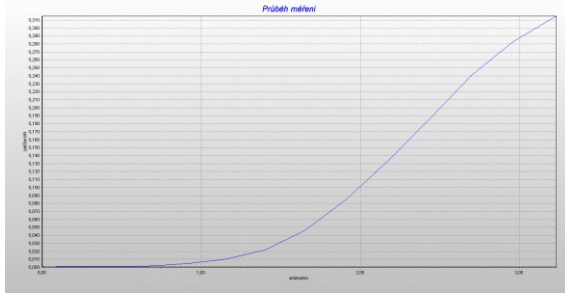
Po



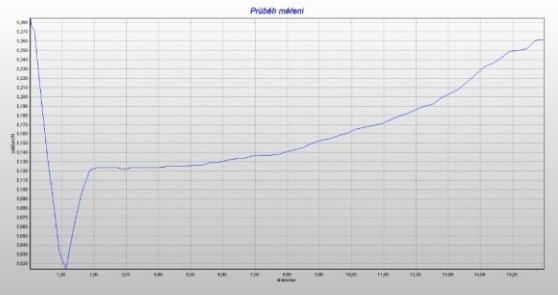
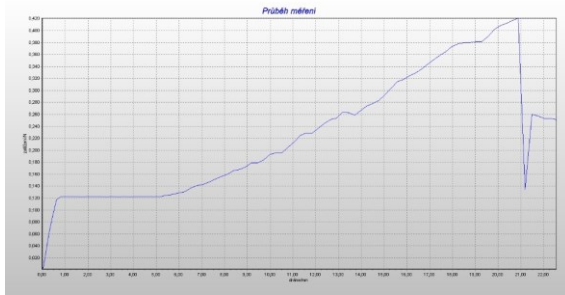
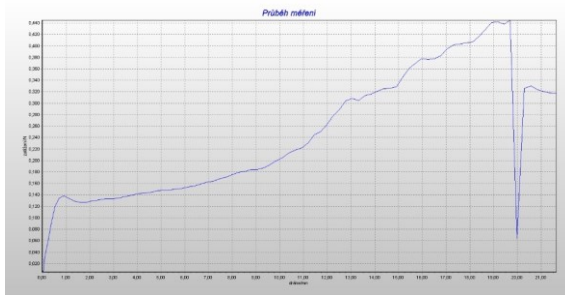


# Proband č. 2

Před

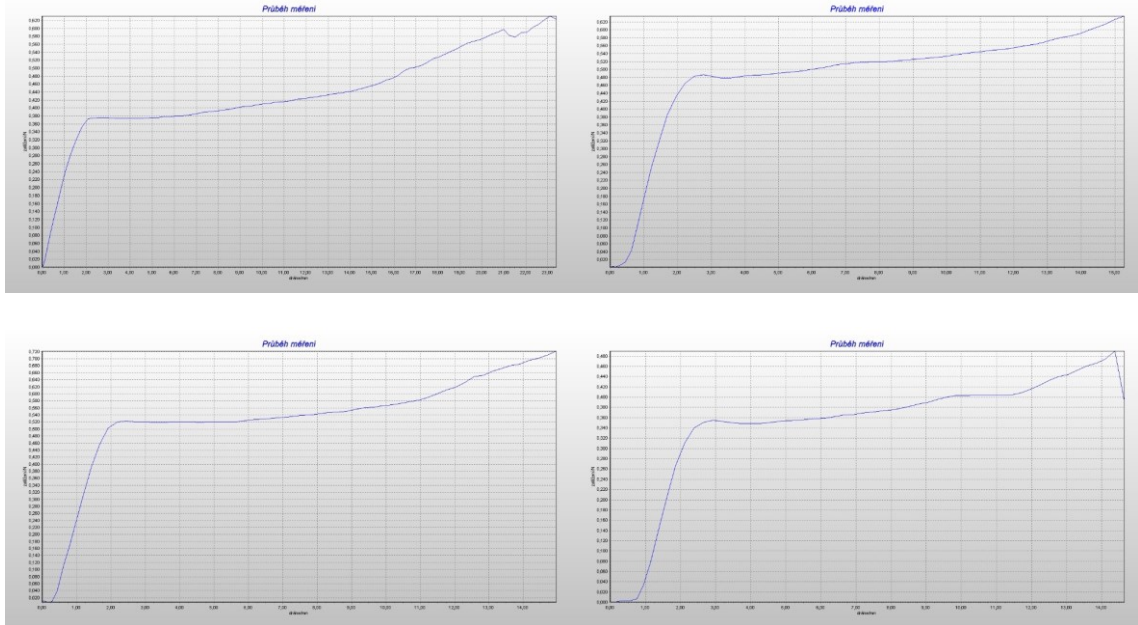


Po

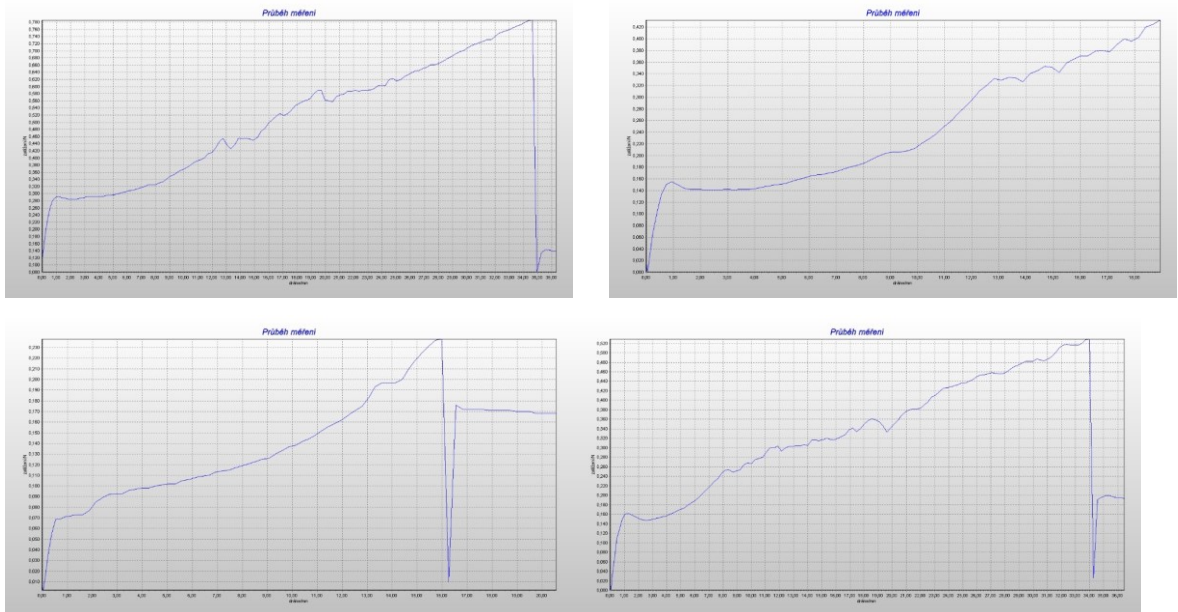


# Proband č. 3

Před

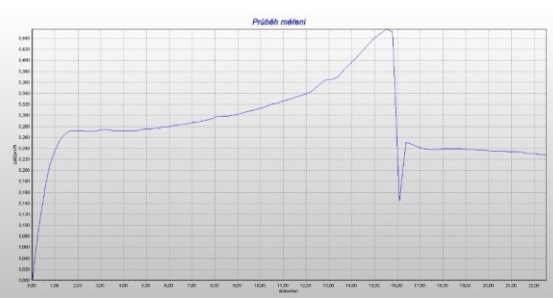
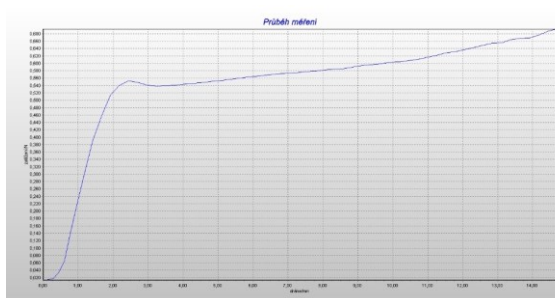
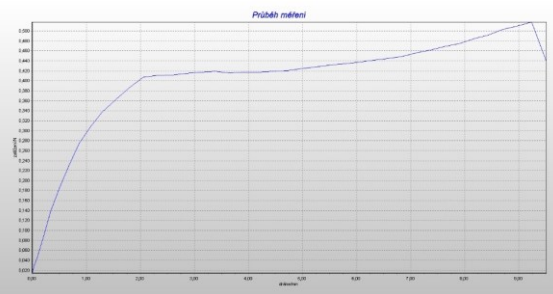
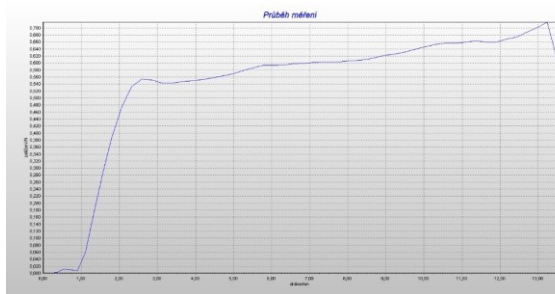


Po

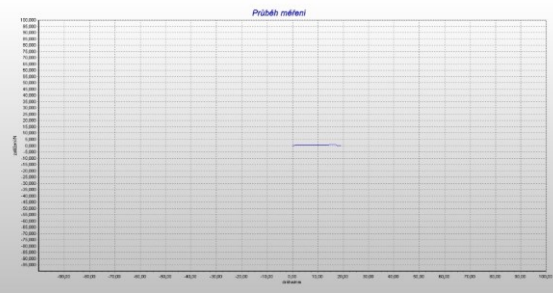
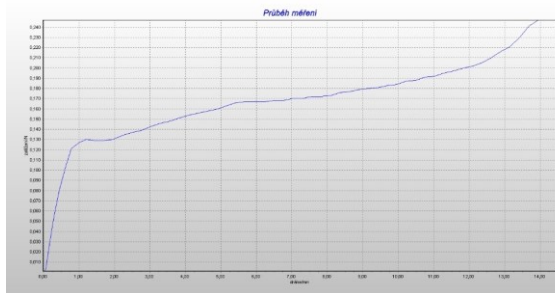
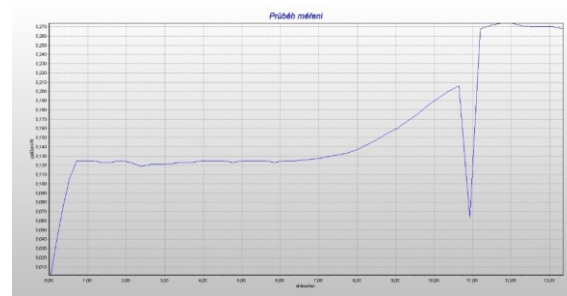
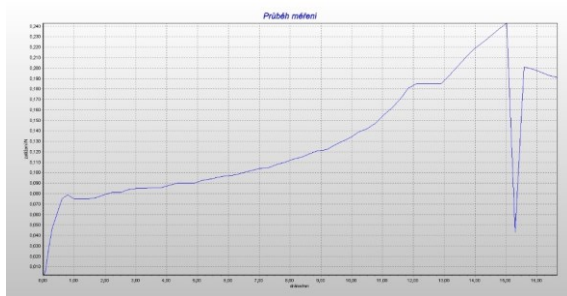


# Proband č. 4

Před

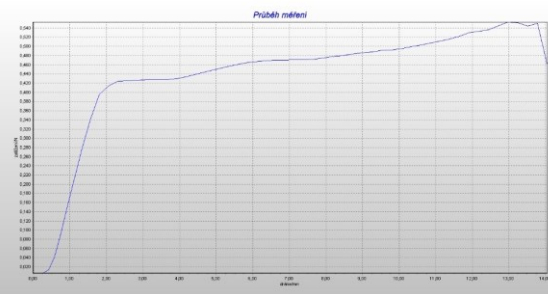
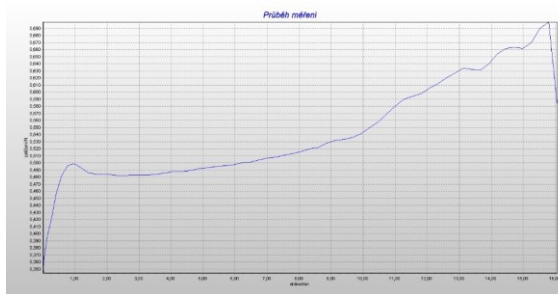


Po

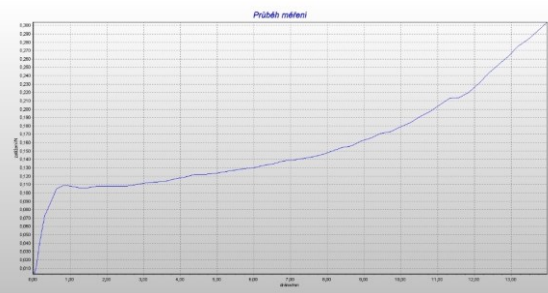
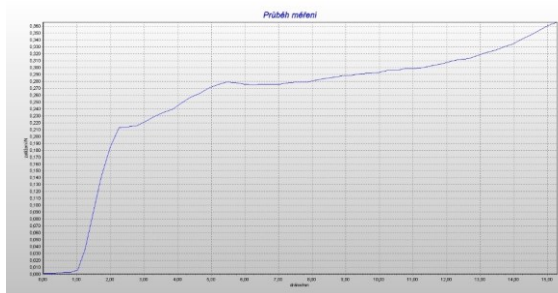
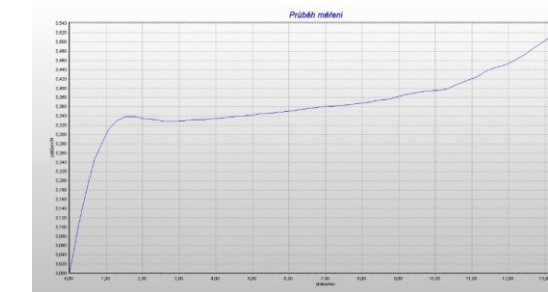
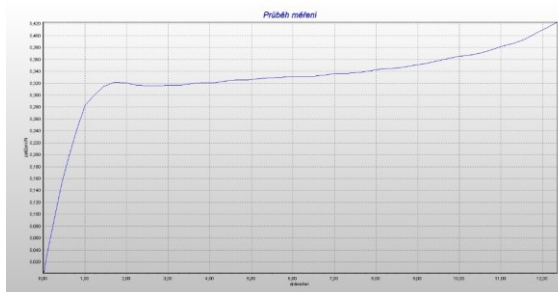


# Proband č. 5

Před

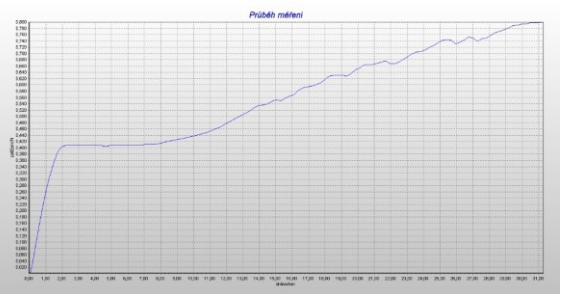
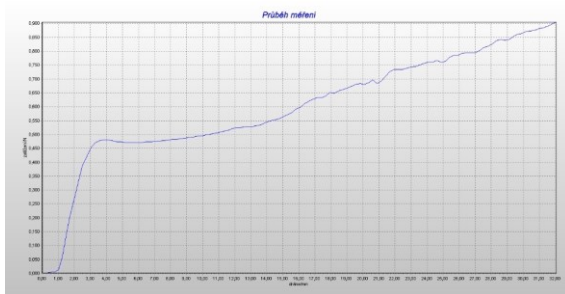
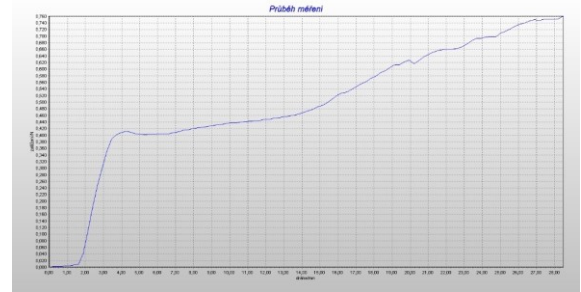
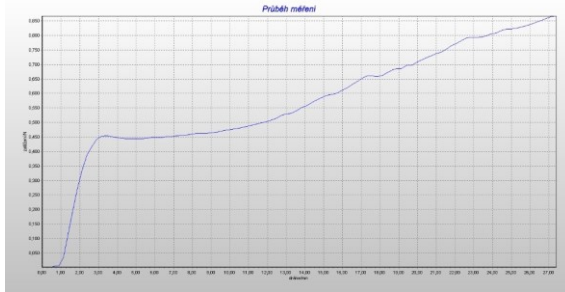


Po

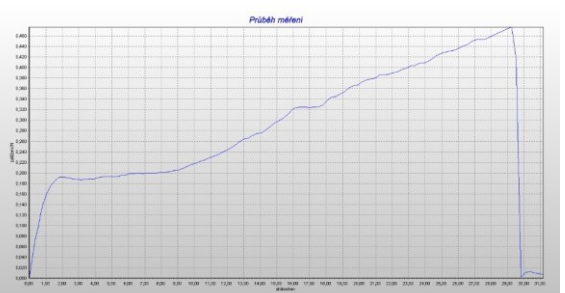
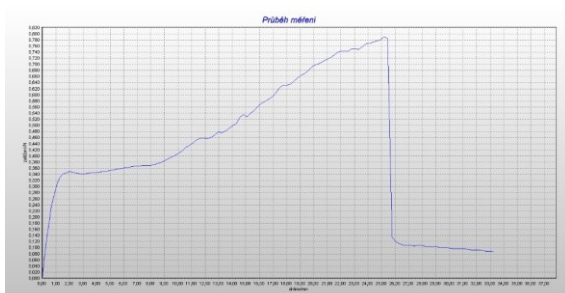


# Proband č. 6

Před

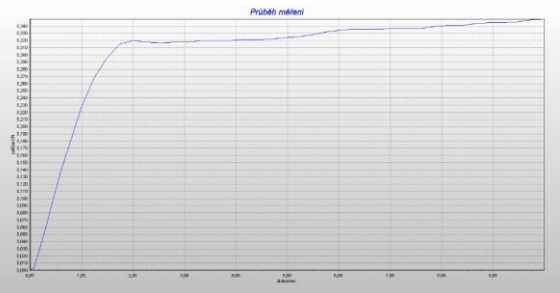
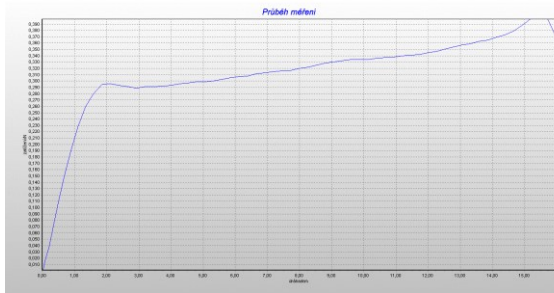
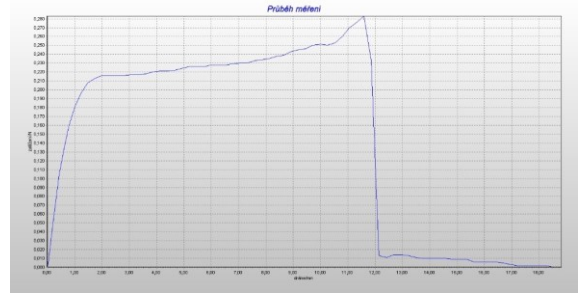
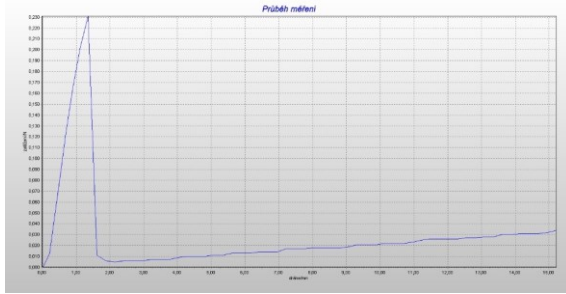


Po

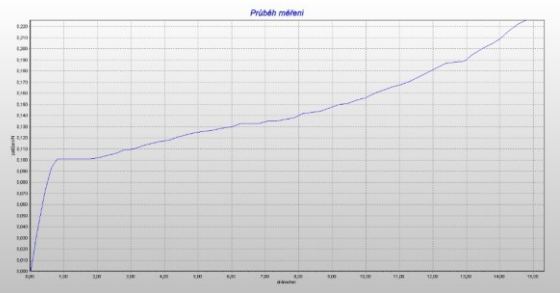
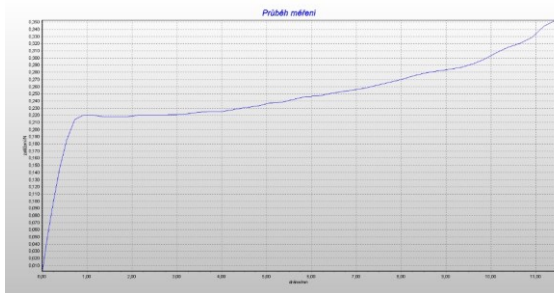
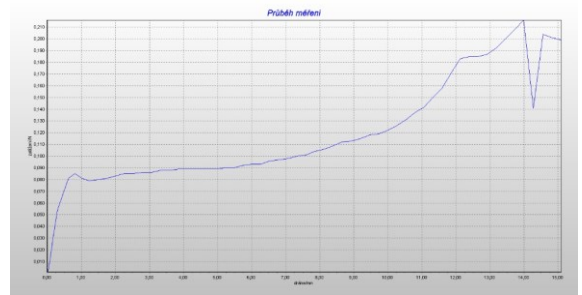
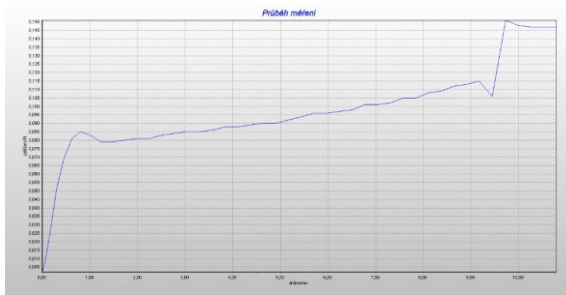


# Proband č. 7

Před

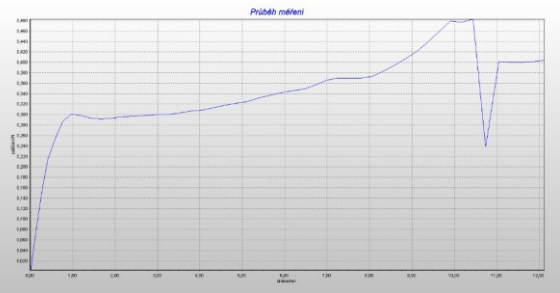
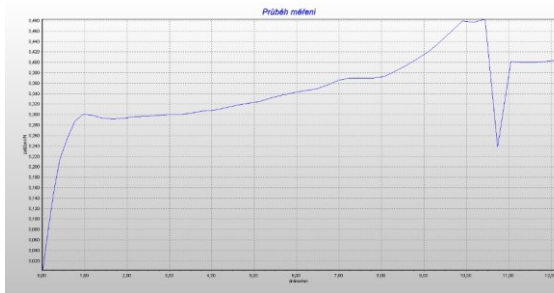
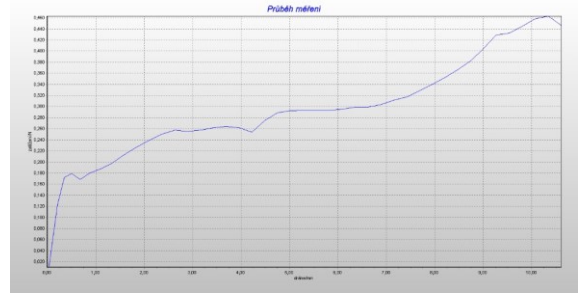
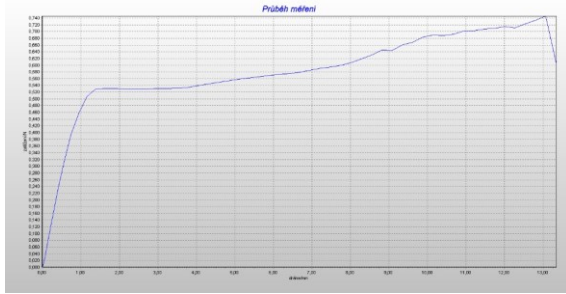


Po

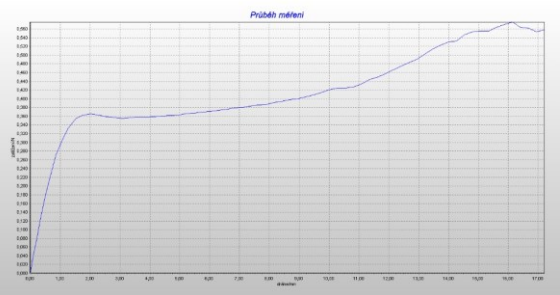
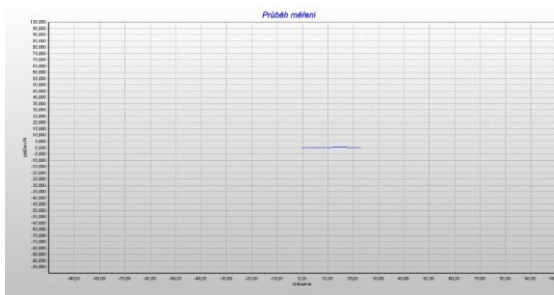
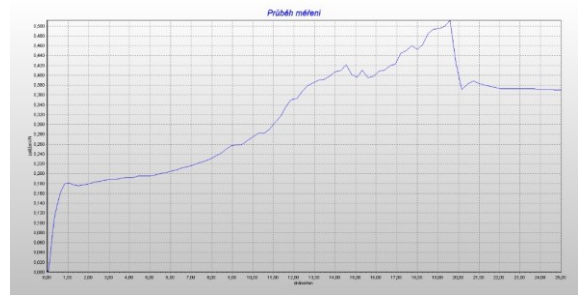
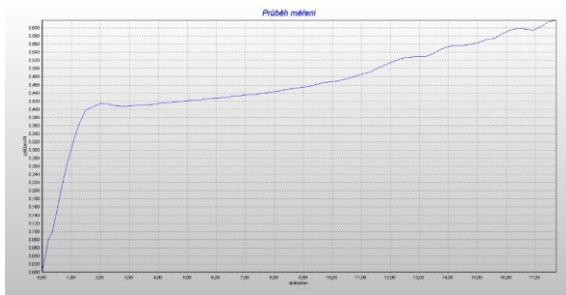


# Proband č. 8

Před

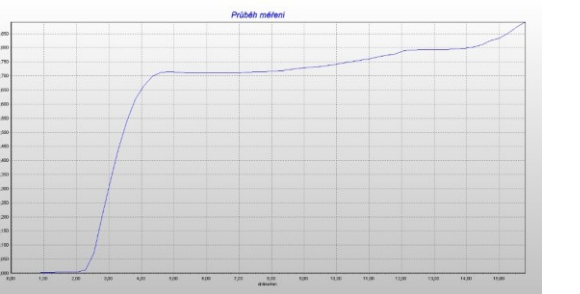
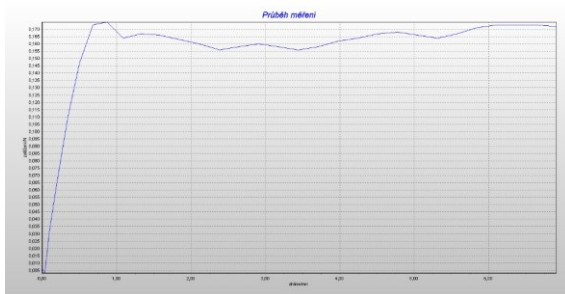
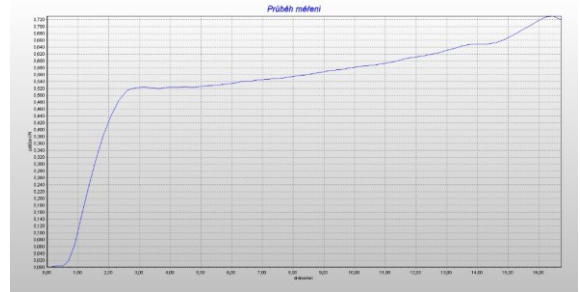
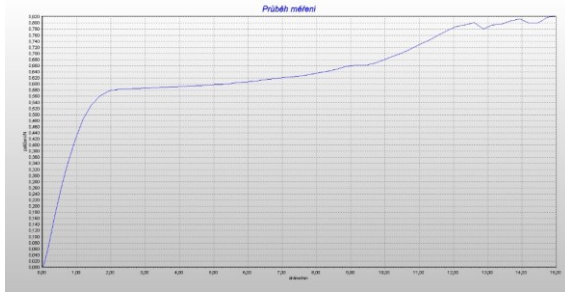


Po

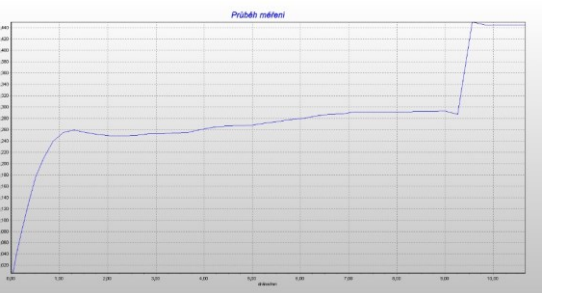
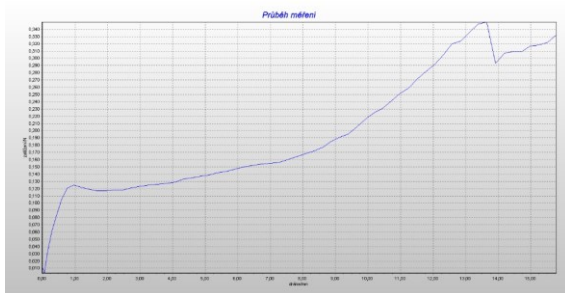
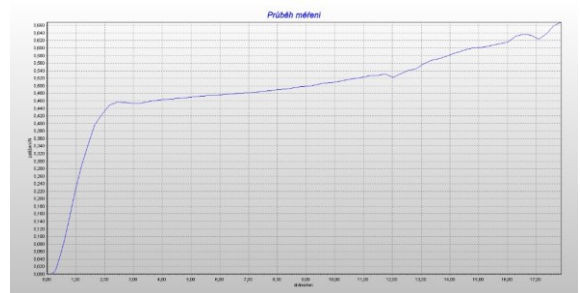
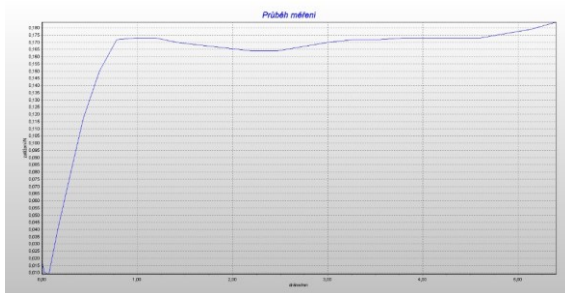


# Proband č. 9

Před



Po



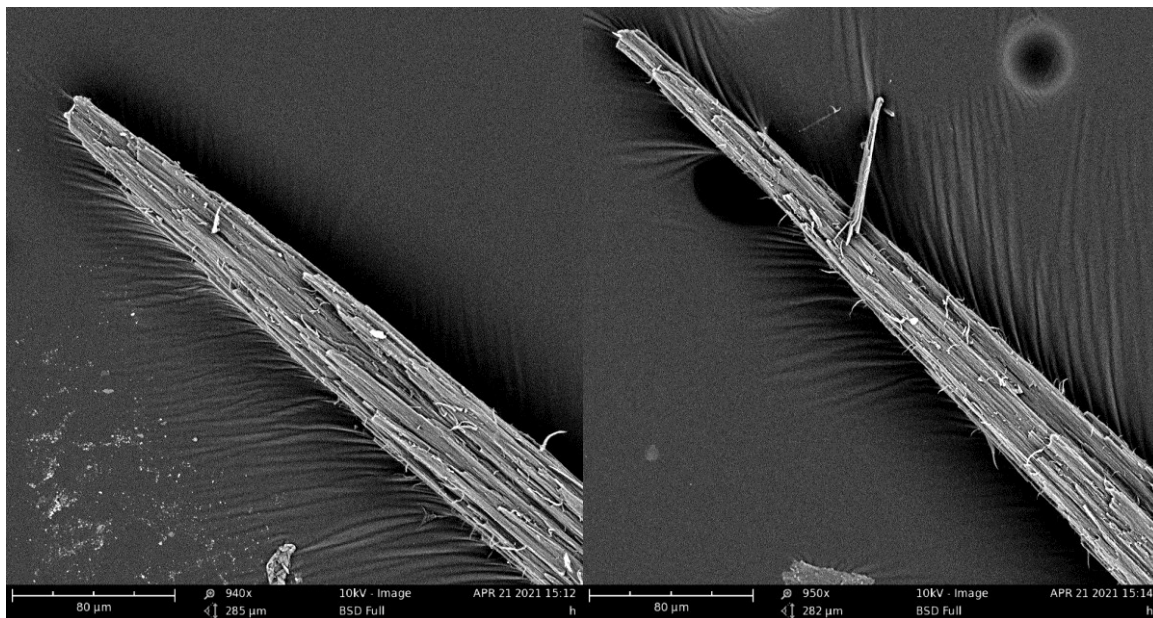


# PŘÍLOHA P IV: SLEDOVÁNÍ POVRCHU VLASŮ

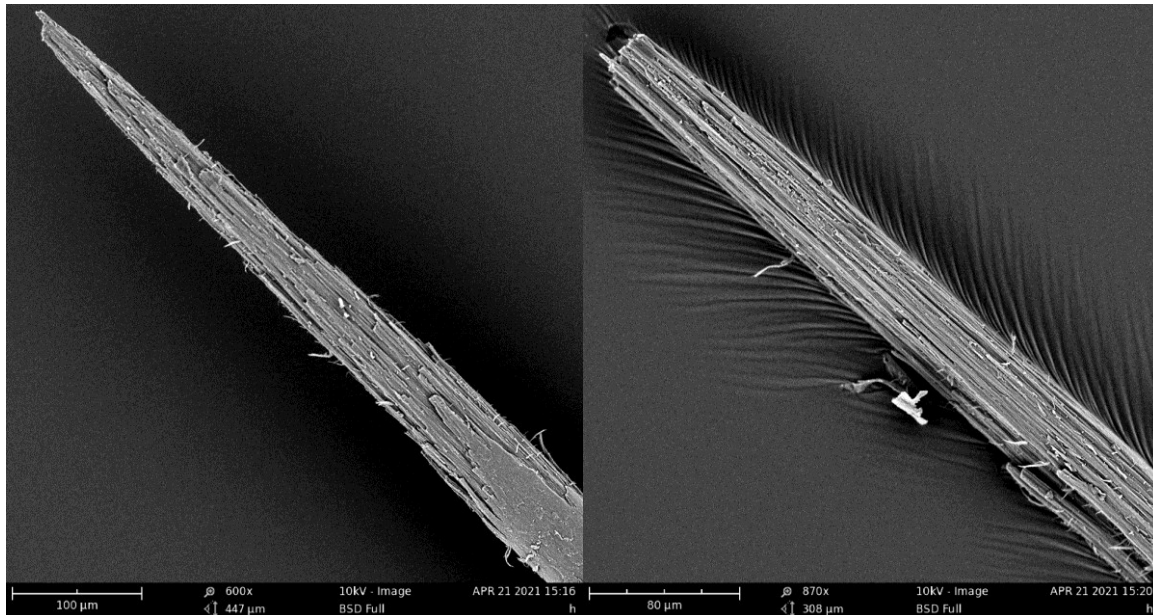
## Proband č. 2

Před

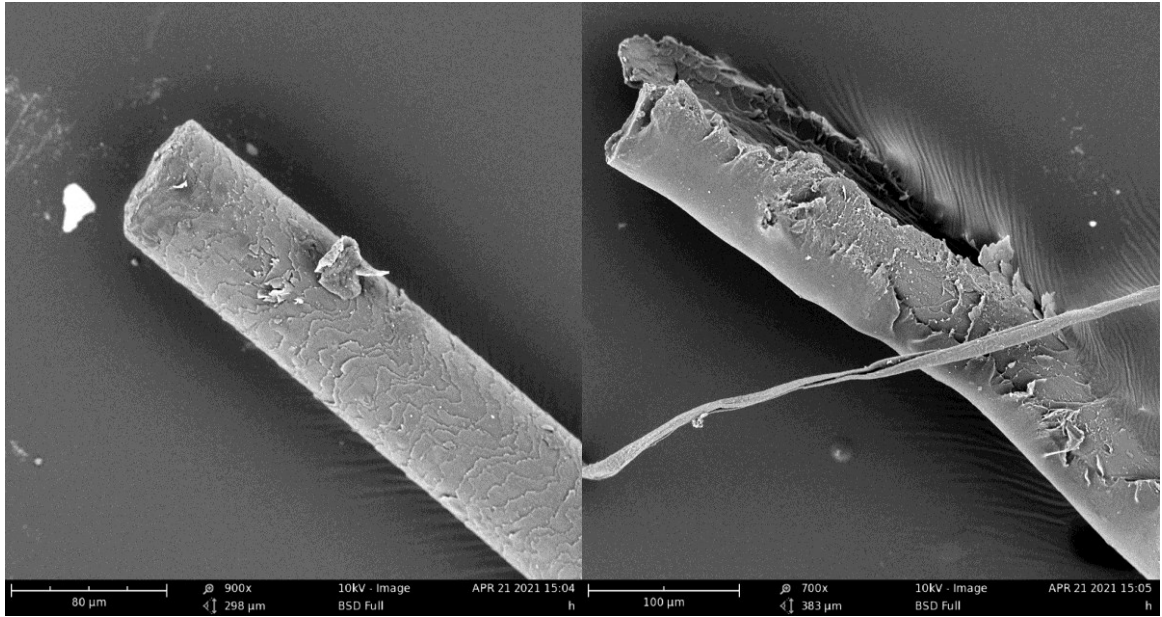
Po



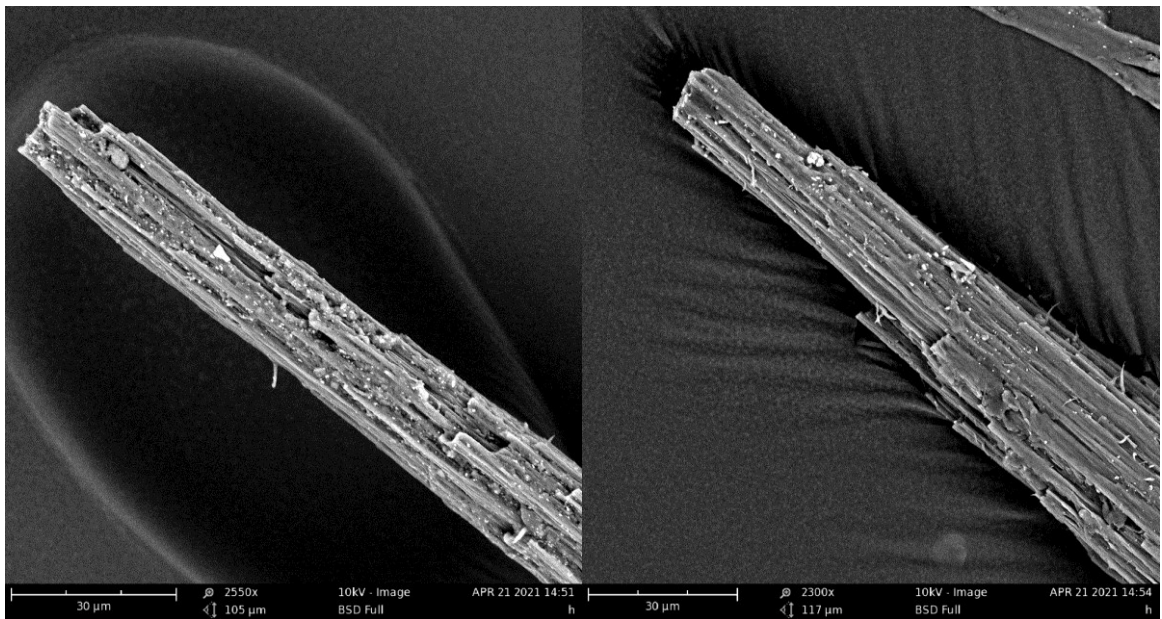
## Proband č. 3



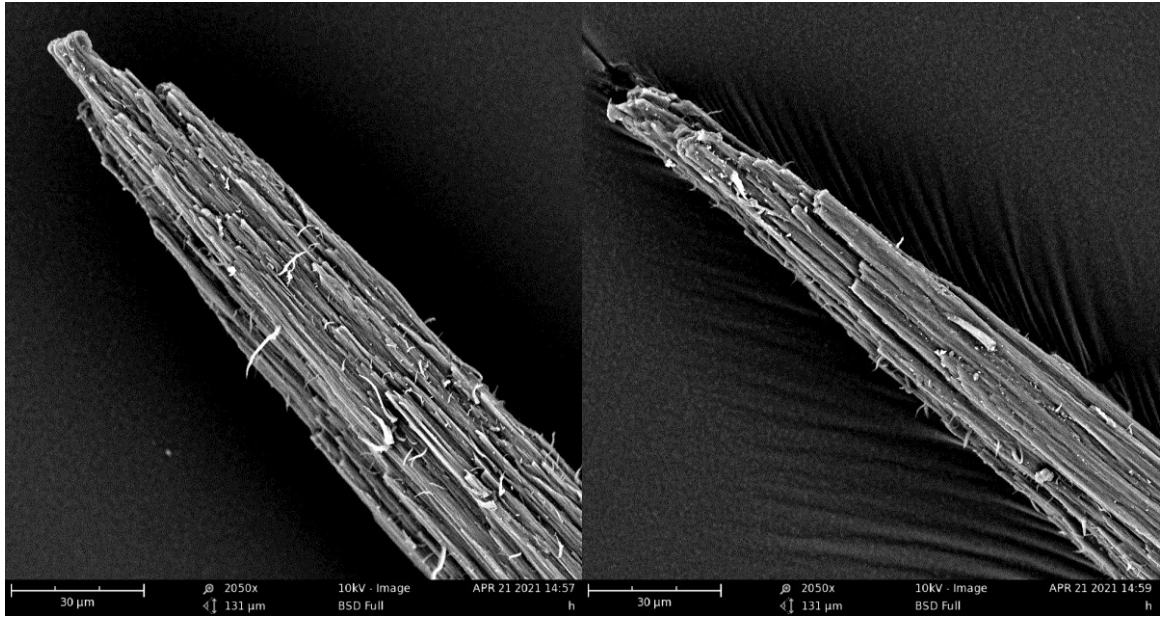
### Proband č. 5



### Proband č. 7



### Proband č. 8



### Proband č. 9

