

Využití odpadních vlněných vláken

Bakalářská práce

Studijní program: B3107 – Textil
Studijní obor: 3107R007 – Textilní marketing
Autor práce: **Karolína Roušalová**
Vedoucí práce: prof. Ing. Jakub Wiener, Ph.D.





TECHNICAL UNIVERSITY OF LIBEREC
Faculty of Textile Engineering ■

The use of waste wool fibers

Bachelor thesis

Study programme: B3107 – Textil

Study branch: 3107R007 – Textile marketing - textile marketing

Author: **Karolína Roušalová**

Supervisor: prof. Ing. Jakub Wiener, Ph.D.



Technická univerzita v Liberci

Fakulta textilní

Akademický rok: 2016/2017

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Karolína Roušalová**

Osobní číslo: **T12000224**

Studijní program: **B3107 Textil**

Studijní obor: **Textilní marketing**

Název tématu: **Využití odpadních vlněných vláken**

Zadávací katedra: **Katedra hodnocení textilií**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

- 1) Vypracujte rešerši
- 2) Navrhnete a realizujete postup rozpouštění vlněných vláken
- 3) Prvkové složení vzniklého roztoku modifikujte pro možné uplatnění v hydroponii
- 4) Na modelové rostlině otestujte funkčnost vyvinutého roztoku pro hydroponii
- 5) Výsledky diskutujte z hlediska možného uplatnění v praxi



Rozsah grafických prací: **30 - 40 stran**
Rozsah pracovní zprávy: **30 - 40 stran**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

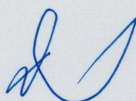
Fučík, F.: **Technická encyklopedie textilní: Encyklopedie textilních hmot, Svazek II., díl I. Ovčí vlna, srsti, chlupy a přediva příbuzná.** Brno: Textilní ústavčeskoslovenský, 1948

OPITZ, Karl-Heinz, Václav VĚTVIČKA, Jurgen STORK a Gyorgy JANKOVICS: **Hydroponie-snadný způsob pěstování rostlin: nádherné pokojové rostliny pěstované bez půdy: rady pro výběr rostlin a nádob.** České vyd. 1. Praha: Jan Vašut, 2001, 63s. Jak na to

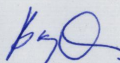
Vedoucí bakalářské práce: **prof. Ing. Jakub Wiener, Ph.D.**
Katedra materiálového inženýrství

Datum zadání bakalářské práce: **30. září 2016**

Termín odevzdání bakalářské práce: **5. května 2017**


Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka




doc. Ing. Vladimír Bajzík, Ph.D.
vedoucí katedry

V Liberci dne 30. března 2017

Prohlášení

Byla jsem seznámena 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 vědoma 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 vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

Poděkování

Především bych chtěla poděkovat vedoucímu mé práce, prof. Ing. Jakobovi Wienerovi, Ph.D za jeho cenné rady, ochotu, konzultace a za veškerý čas, který mi věnoval. Dále děkuji Ing. Petru Parmovi za poskytnutí potřebných informací a pomoc při měření v experimentální části.

Dále bych chtěla poděkovat mé rodině a blízkým, kteří mi byli po celou dobu studia velikou oporou.

Anotace

Cílem této bakalářské práce je ověřit, zda rozloženou ovčí vlnu lze modifikovat pro možné uplatnění v hydroponickém pěstování rostlin. Teoretická část se zabývá historií a současným chovem v ČR, plemeny ovcí, ovčí vlnou z hlediska morfologického složení, chemického složení, vlastnostmi a defekty vlny, zpracováním, produkcí a využití ovčí vlny v ČR. Dále se v práci pojednává o hydroponickém pěstování rostlin a hrachu setém. Dále navazuje experimentální část, kde je popsán vstupní materiál, použité chemikálie a použité přístroje. Následuje popis stanovení chemického složení vzorku ovčí vlny, dále příprava hydrolyzátu vlny a nakonec aplikace roztoků v hydroponickém pěstování. Tento experiment je následně vyhodnocen a výsledky jsou zaznamenány v tabulkách.

Klíčová slova: chov ovcí, ovčí vlna, hydroponie, hrách setý, vlněný hydrolyzát

Annotation

The aim of this bachelor thesis is to verify whether the sheep wool can be modified for possible application in hydroponic plant cultivation. The theoretical part deals with the history and contemporary breeding in sheep, breeds of sheep, sheep wool in terms of morphological composition, chemical composition, properties and defects of wool processing, production and utilization of sheep wool in czech. In addition, the thesis discusses hydroponic plant cultivation and pea set. The experimental part follows, where the input material, used chemicals and used equipment are described. The following is a description of the determination of the chemical composition of the sheep wave sample, the preparation of the hydrolyzate of the wool and finally the application of the solutions in hydroponic cultivation. This experiment is then evaluated and the results are recorded in the tables.

Key words: breeding sheeps, sheep wool, hydroponic, pea set.

Obsah

Seznam použitých zkratk	9
Úvod	10
1. Chov ovcí	11
1.1. Historie	11
1.2. Historie v ČR	12
1.3. Novodobá historie (období od roku 1990)	12
1.4. Plemena a užitkové typy ovcí	14
2. Vlna	16
2.1. Morfologie vlněného vlákna	17
2.2. Chemické složení	18
2.3. Vlastnosti	18
2.4. Defekty vlny	20
3. Zpracování vlny	21
3.1. Produkce vlny	21
3.2. Realizace vlny	22
3.3. Využití vlny v ČR	22
3.3.1. Textilní průmysl	22
3.3.2. Stavební průmysl	23
4. Růst rostlin a jeho podmínky	25
4.1. Faktory růstu	25
4.2. Stavební prvky rostlinných těl	26
4.2.1. Životodárné prvky	27
5. Hydroponie	28
5.1. Přednosti	28
6. Hrách setý (<i>Pisum Sativum</i>)	31
6.1. Pěstitelské požadavky	31
7. Experiment	32
7.1. Vstupní materiál	32
7.2. Použité chemikálie	32
7.3. Použité přístroje	33
7.4. Stanovení obsahu tuku ve vlně a rendementu (výťažnost)	36
7.5. Stanovení chemického složení	38
7.6. Příprava hydrolyzátu vlny	39
7.7. Aplikace roztoků v hydroponickém prostředí	43
7.8. Vyhodnocení výsledků	45
Závěr	51
Seznam zdrojů	52
Seznam obrázků	54
Seznam tabulek	55
Přílohy	56
Seznam tabulek příloh	63

Seznam použitých zkratek

JZD – jednotné zemědělské družstvo

KU – kontrola užitečnosti

ČSR – Česko-Slovenská republika

ČR – Česká republika

y – yard

ICP-OES – indukčně vázaná plasma – optická emisní spektrometrie

pH – stupnice kyselosti a zásaditosti vody

tj. - to jest

tzv. – tak zvaný

Obr. - obrázek

aj. - a jiné

apod. – a podobně

tzn. – to znamená

Úvod

Už z historie je známo, že lidé využívali kožešinu a ovčí vlnu jako ošacení. Postupem času lidé zjišťovali jak vlnu zpracovávat a upravovat tak, aby byla co nejužitečnější a příjemnější na dotek. Tento přírodní textilní materiál je jedním z nejstarších, dodnes nenahraditelným jiným syntetickým materiálem. Ale i přesto, že je nenahraditelný, se zájem o ovčí vlnu postupně snižoval. Až v posledních letech se začíná produkce vlny zvyšovat, ale už to není jako dříve. Za snížený zájem o vlnu může pokles výkupní ceny, která je velice nízká. Proto chovatelům ovcí nezbyvá mnoho možností a vlnu používají převážně pro své účely nebo ji vyhazují. Cílem této práce je využít odpadní vlněná vlákna, která jsou rozložena na hydrolyzát, a využít je v zemědělském průmyslu jako hnojivo.

Teoretická část se nejdříve zabývá historií chovu ovcí ve světě a na území České republiky. Zde je pojednáno o vývoji chovu a využití ovčí vlny. Dále se práce zabývá plemeny chovaných ovcí a její užitkovostí. Zde je popsáno plemeno ovce, z níž pochází vstupní materiál pro potřebu experimentu. Následuje popsání ovčí vlny z hlediska vzhledu, složení, vlastností a defektů. Zpracování vlny z hlediska produkce, realizace a využití v ČR. Využití vlny je dále řešeno v textilním a stavebním průmyslu. Následuje popsání růstu rostlin, kde se práce zabývá faktory růstu rostlin a stavebními prvky rostlinných těl a jejich životodárnými prvky. Dále se práce zabývá pěstováním rostlin ve vodním prostředí, která je nazývána jako hydroponie, a jejich přednostmi. Dále se pojednává o hrachu setém a jeho potřebám k růstu

Experimentální část charakterizuje vstupní materiál, použité chemikálie a použité přístroje. Pak se zabývá stanovením obsahu tuku ve vlně, její výtěžností a chemickým složením. Dále se zabývá přípravou vlněného hydrolyzátu, který sestává z rozložené ovčí vlny, a standardního roztoku pro použití hydroponickém pěstování. Připravené vzorky jsou dále využity ve třech různých koncentracích živného roztoku pro růst hrachu setého. Výsledky měření jsou zaznamenány v tabulkách.

1. Chov ovcí

Chov ovcí je datován do daleké minulosti a vykazuje se všestrannou užitkovostí, která doposud nebyla překonána žádným domácím zvířetem

1.1. Historie

Dodnes není známo odkud ovce domácí pochází a kde byla prvně chována. Očividně si nějaký obyvatel jihozápadní Asie před 11 000 lety všiml, že se může chomáčky vlny zvířete chránit před mrazem. Prapředkem ovce domácí byl nejspíše muflon. Ten se tak dlouho a postupně vyvíjel do podoby ovce, jak ji známe dnes.[1] V minulosti byla stáda jediným majetkem, která byla chována různými kmeny za účelem jídla a ošacení. Ze zvířete měly kmeny všestranné využití jako je kožešina a vlna na ošacení, na obživu ovce dodnes dává maso, tuk a mléko.[2]

Vlna je bezesporu vedle pravého hedvábí a lnu nejstarším textilním materiálem. Asi jako vůbec první pokrývkou člověka byly vlněné tkaniny, které se vyskytovali ve střední a severní Evropě, které chránila lidi před povětrnostními vlivy. V té době zjistili, že není zapotřebí zvíře zabít jen kvůli kožešině, ale ovci ostříhat a takto získanou vlnu zpracovat v tkaninu, protože takto upravená vlna je lehčí a mnohem pohodlnější jak kožešina.[2]

V předhistorických dobách dávala ovce hrubou vlnu, která po střížích většinou netvořila souvislé rouno. Z vykopávek doby bronzové je jasně vidět, jak Evropané a Egyptané prováděli stříhání ovcí již 2000 až 2500 let před Kristem. Stříhání prováděli primitivními nůžkami, ke spřádání používali jednoduché ruční vřeteno a ke tkaní stav, který se velmi podobal období dnešního ručního stavu. Egyptané byli přeci jen o kousek dopředu jak Evropané a to protože už v té době dokázali tkaniny upravovat, valchovat, bílit, barvit a malovat různé vzory, které jsou velmi podobné dnešním tiskům. [2]

Po dalších několika století dávala ovce vlnu jemnou, což nejspíše zapříčinilo různé křížení a promyšlenější chov. Chovali se v Malé Asii. Zapříčiněním válek, stěhování národů a obchodníků byl chov ovcí přestěhován do Evropy, nejdříve do Řecka, poté do

Říma a nakonec do Španělska. Chov zůstal po pádu řecké a římské říše pouze ve Španělsku. Ti vlnu jemnou vyváželi do celé Evropy po několik století. Tudíž ovce jemnovlnná pochází ze Španělska. V 16. století měli Španělsko a Anglie největší produkci vlny na světě. Stoupající produkce vlny měla za následek pokles ceny. Vliv na cenu vlny měla také bavlna, která postupně začala u většiny zboží nahrazovat vlnu. Proto později většina chovatelů dala přednost chovu ovcí, které dávali hodně vlny, ale zároveň hodně masa, tzv. ovce kříženecké. [2]

1.2. Historie v ČR

Na dnešním území ČR je datován chov ovcí k 9. století. O ovčáctví v pravém slova smyslu, významném odvětví zemědělské činnosti, lze hovořit až od středověku (období feudalismu). Ve 14. století se chov ovcí na našem území podílel ze $\frac{3}{4}$ na stavu všech chovaných hospodářských zvířat. Koncem 15. a začátkem 16. století se zaváděl stádový chov ovcí, kde šlo především o velká stáda, který se zaměřoval na produkci jemné merinové vlny. Důvodem, proč v té době byly ovce hlavním odvětvím je, že u úhoru lze chovem využít pracovní sílu 5-6 krát úsporněji než při chovu skotu. „Rozkvět“ chovu ovcí na našem území se datuje od roku 1765 do roku 1870 a nazývá se období „zlatého rouna“. V té době se na území ČR chovalo okolo 2 mil. ovcí, což oproti dnešní době je desetinásobek. V 18. století se začal chov ovcí zhoršovat a upadat[3], [4]

1.3. Novodobá historie (období od roku 1990)

V úseku posledních několika let, tj. od roku 1990 do roku 2014, se vyznačuje velmi výraznými hospodářskými a politickými změnami, které zasáhly do všech odvětví činnosti společnosti. V plném rozsahu to platí v zemědělství, včetně chovu ovcí (Tabulka. č. 1)

Tabulka č. 1: Početní stavy ovcí v ČR v letech 1990-2014[4], [5]

Rok	Ovcí		Rok	Ovcí	
	ks	%		ks	%
1990	429 714	100,0	2009	183 084	42,6
1995	165 345	38,5	2010	196 913	45,8
2000	84 108	19,6	2011	209 052	48,6
2005	140 197	32,6	2012	221 014	51,4
2006	148 412	34,5	2013	220 521	51,3
2007	168 910	39,3	2014	225 397	52,6
2008	183 618	42,7			

Před rokem 1990 připadalo 67 % chovaných ovcí na soukromé chovatele a 33 % připadalo na JZD a Státní statky, ale od roku 2000 na soukromé chovatele připadá 94-95 % ovcí, dalších cca 5 = připadá na zemědělské společnosti a zbylé 1 % na ostatní organizace (školy, výzkum, atd). Za poslední dvacetileté období (tabulka č. 1) je vidět, že se celkové počty evidovaných ovcí snížili o 232 801 ks, tj. 54 % (rok 2011). Největší pokles nastal v roce 1992, kde se projevila likvidace celých stád a farem ovcí v socialistických sektorech (JZD, Státní statky). Jako hlavní se rušila především merinová plemena z důsledku snížení nákupní ceny vlny. Průměrná nákupní cena potní vlny v roce 1989 činila 185 Kč/kg, ale v roce 1992 činila již pouhých 35 Kč/kg! Tímto pádem nákupní ceny ztratila vlna výsadní postavení hlavního produktu a stala se ekonomicky nevýraznou. Tímto se vynutila okamžitá strukturální přestavba chovu, tj. orientace na druh chovaných plemen (Tabulka č. 2), tudíž vlna se stala najednou vedlejším produktem.[4]

Tabulka č. 2: Struktura plemen ovcí v ČR po roce 1990[4]

Struktura plemen (typ)	Rok (%)		
	1990	2000	2010
Vlnářský *	62,9	0	0
Kombinovaný	36,4	61,0	52,0
Masný	0,6	34,3	38,0
Plodný a dojný	0,1	4,5	10,0

* od roku 1996 se již vlnářský užitkový typ samostatně neuvádí

1.4. Plemena a užitkové typy ovcí v ČR

Hlavními faktory při výběru vhodnosti plemena pro jednotlivého chovatele jsou různé systémy chovu, rozdílnost výrobních a chovatelských podmínek, tradice a osobní obliba, užitkové zaměření. Dnešní chov ovcí dle užitkovosti je odrazem vývoje. V roce 1990 v kontrole užitkovosti (KU) bylo zařazeno 62,9 % ovcí s vlnářským zaměřením, 36,4 % ovcí s kombinovanou užitkovostí, 0,6 % žirných a zbylých 0,1 % spadalo na plodná a dojná plemena. Již po roce 1995 se chovatelé zaměřují více na plemena s masnou užitkovostí.[4]

V 60. letech 20. století bylo chováno na území ČSR 727 122 ovcí, které byly zastoupeny 19 plemeny, oproti tomu v roce 2010 bylo chováno 196 270 ovcí, zastoupeno 33 plemeny. Zastoupení dle užitkového typu a počtu se nachází v tabulce č.3.[4]

Tabulka č. 3: Plemena ovcí zapojená v KU v roce 2010 podle užitkových typů[4]

Ukazatel	Kombinovaná	Masná	Dojná	Plodná	Ostatní (zájmová)	Počet celkem
Počet plemen (ks)	13	8	2	2	8	33
(%)	39,4	24,2	6,1	6,1	24,2	100
Počet stád (ks)	153	206	31	29	26	445
(%)	34,4	46,3	7,0	6,5	5,8	100
Bahnice v KU (ks)	10 376	8 647	1 291	882	355	21 551
(%)	48,2	40,1	6,0	4,1	1,6	100
Průměrná velikost stáda	67,8	42,0	41,6	30,4	13,7	47,53

Přehled plemen ovcí v KU v roce 2010 je následující:

Kombinovaná užitkovost

alpská bílá	původní valaška
Bergschaf	romney
cigája	šumavská
lein	zušlechtěná valaška
merino	zwartbles
merinolandschaf	žírné merino
německá dlouhovlnná	

Dojená užitkovost

lacaune
východofirská

Plodná užitkovost

olkuská
romanovská

Masná užitkovost

berrichon du Cher
clun forest
hampshire
charollais
německá černohlavá
oxford down
suffolk
texel

Zájmová užitkovost

jacob
jurská
kamerunská
kerry hill
ouessantská
shetland
skudde
vřesová[4]

Romney – romney marsh, kent

Polojemnovlnné bílé anglické plemeno, které má kombinovanou vlnářsko-masnou užitkovost. Tato ovce byla vyšlechtěna křížením místních ovcí s plemenem leicester. Ovce jsou velice přizpůsobivé, velice dobře snášejí vlhkost a snadno se aklimatizují. Vlnu má bílou, lesklou o jemnosti 27-35 μm , a rouno polouzavřené. Tato plemena se dají velice úspěšně chovat jak v nížinných, tak podhorských a mírnějších horských oblastech. Toto plemeno se podílelo na vzniku celé řady plemen. Na Novém Zélandě se těší největším zastoupením. U nás v ČR byly tyto ovce chovány již od 90. let minulého století. Roční stříž vlny činí u bahnic 4,5-5,5 kg, u beranů 5,5-7 kg. Délka vlny za rok činí 12-15 cm. Výtěžnost čisté vlny z potní je 55-60 % .[4]

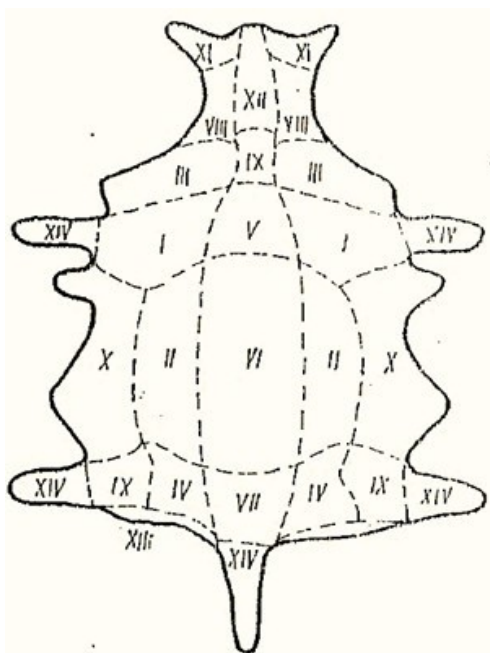
2. Vlna

Vlna je přírodní živočišné vlákno tloušťky 10 až 70 μm a přirozené délky 40 až 400 mm. [6] Vlna narůstá na těle ovce domácí, která tvoří souvislou vrstvu nazývanou rouno, které se získává pomocí střížní nebo vyčesávání srsti, která se provádí 1x až 2x do roka. Hmotnost rouna se většinou pohybuje okolo 3 až 6 kg. V kůži zvířete se nacházejí vlasové váčky, z nichž vyrůstají jednotlivé vlasy vlny. Tyto vlasy však nemají stejnou kvalitu. Rouno se dělí na tři druhy vlasu:

- **Podsada** – tvoří spodní vrstvu rouna, jsou to krátké, jemné a obloučkovité chlupy, v rouně tvoří chomáčky
- **pesík** – je to delší, hrubší a lesklý vlas. Vyrůstá jednotlivě.
- **krycí srst** – rovná, hrubá a poměrně krátká vlákna.

Nejkvalitnější vlna se nachází na lopatkách a bocích – označeno I,II (Obr. č. 1).

Nejhorší, čili krycí srst se nachází na nohou a ocase – označeno XIV (Obr. č. 1). [7]



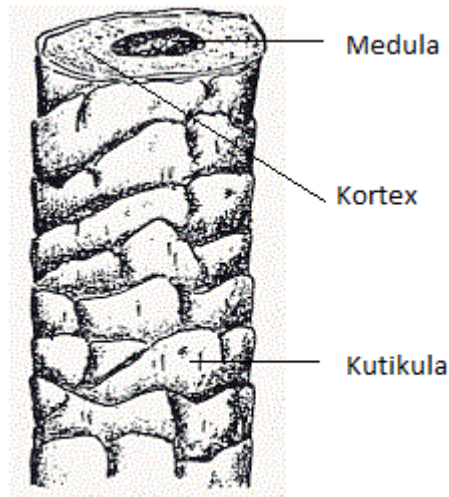
Obr. č. 1: Jakost vlny v ovčím rounu [2]

Rozlišení

Vlnu lze rozlišovat dle různých hledisek, např: podle původu (australská, jihoafrická, jihoamerická, atd.), rasy (merino, crossbred, cheviot, atd.), stáří a pohlaví (ovčí, jehněčí, beránčí, atd.), stavu vlny (potní, praná, atd.), způsobu získání (střížní, mrtvá, koželužská, atd.), jemnosti a konečného určení (česaná, mykaná příze).[7]

2.1. Morfologie vlněného vlákna

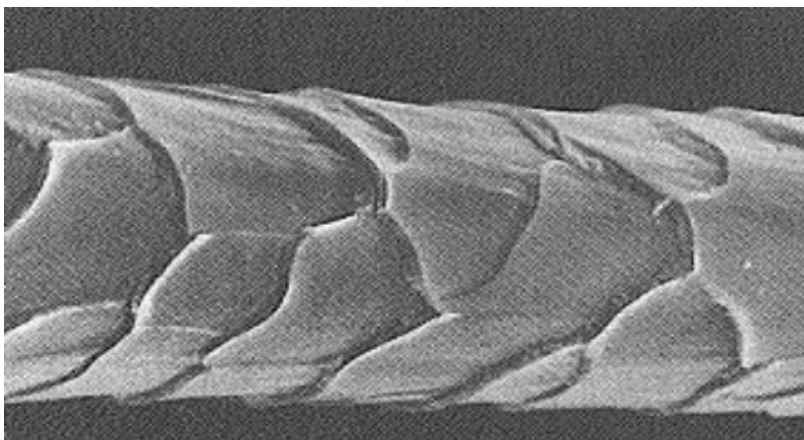
Jednotlivý vlas vyrůstá z vlasové cibulky uložené v kůži, který má buněčnou strukturu a skládá se ze tří hlavních částí: kutikuly (pokožky), kortexu (kůry) a meduly (dřeně), což můžeme vidět na Obr. č. 2.



Obr. č. 2: Struktura vlněného vlákna[2]

• **Kutikula** – vrchní vrstva vlasu, která je tvořena charakteristickými šupinkami. Tyto šupinky mají různou velikost a tvar. Na povrchu vlasu vyčnívá asi $\frac{1}{3}$ plochy šupinky, zbytek je kornoutovitě zastrčená do dalších šupinek. Průměrně na 1 mm² bývá 900 až 3500 šupinek(Obr. č. 3). Dále se tato šupinkovitá vrstva dělí na další tři vrstvy:

1. epikutikula (vnější jemná pokožka)
2. exokutikula (vnější vrstva pokožky)
3. endokutikula (vnitřní vrstva pokožky)



Obr. č. 3: Vlněné vlákno pod mikroskopem [8]

Kutikula je průhledná a k pevnosti vlákna mnoho nepřispívá, avšak je nositelem některých charakteristických vlastností vlny jako je vzájemné tření vláken, vznik a polaritu statického náboje. Nejdůležitější vlastností je umožněné plstění vlny.

- **Kortex** – neboli jádro vlasu, které tvoří jeho převážnou část. Je složena z vřetenových buněk. Je hlavním nositelem mechanických vlastností vlny, tažnosti a pružnosti. V kortexu je také barevný pigment, který určuje barvu vlny. Její morfologickou strukturou je také dáno zkadeření vlny.

- **Medula** – nachází se ve středu vlasu vlny. Vyskytuje se jen u hrubších vln, a to buď jako souvislá tkáň, nebo jako tkáň přerušovaná. Pod mikroskopem je medula tmavší než kortex. Můžeme ho vidět buď jako tmavší kanálek, nebo tmavší ostrůvky.[6], [7], [8]

2.2. Chemické složení vlny

Podle Barrita a jiných autorů lze elementární analýzou nalézt v čistém vlasu vlny přibližně 50% uhlíku, 7% vodíku, 21 až 24% kyslíku, 15 až 21% dusíku a 3 až 4% síry. Hlavní podstatou vlákna je keratin, což je látka která patří k proteinům (bílkovinám). Jeho základem je složitá makromolekulární látka. Keratin je složen nejméně z 18 různých aminokyselin, na rozdíl od celulosových a chemických vláken, jejichž makromolekuly jsou vytvořeny buď jen z jedné základní látky (monomeru), nebo jen ze dvou až tří látek. [7], [8]

2.3. Vlastnosti vlny

Mezi vlastnosti vlny patří jemnost a její klasifikace, vyrovnanost, stejnoměrnost, délka vláken, zkadeření, lesk a barva. Mezi mechanické vlastnosti vlny patří pevnost, pružnost, tažnost, bobtnavost, hygroskopičnost, plstivost a hřejivost. Dále si tyto vlastnosti vysvětlíme jednotlivě.[2], [8]

Jemnost

Za předpokladu, že vlněné vlákno má kruhový průřez, rozumíme jemností vlny velikost jejího průměru. Jelikož je jemnost vlastností relativní, používá se při porovnání různých vláken. Pokud je vlna jemnější, tím více se její tvar podobá kruhovému průřezu. Průřez vlákna po celé své délce nemá stejnou plochu, jelikož na něj působí vnější a vnitřní

vlivy.

Pro klasifikaci jemnosti vlny se ve světě nejvíce používá Bradfordská stupnice, která vyjadřuje vyřadatelnost vlny a znamená počet přaden po 560 y, které připadnou na 1 libru příze z hodnocené vlny. Jako první se posoudí kvalita jednotlivých partií rouna a poté se z toho odhadne průměr a vlna se zařadí do jednoho ze stupňů jemnosti.[6], [7]

Vyrovnanost

Vyrovnané vlákna vlny mají po celou svou délku od kořene až po vrchol stejnou plochu průřezu. Nevrovnané jsou úplný opak vyrovnaných vláken a to že mají po celé délce různý průřez. Vlas je místy tenčí a opět tlustší. V průběhu svého života se ovce vyskytují v různých klimatických, vyživovacích a zdravotních podmínkách, které mají vliv na růst vlasu, tím pádem na jeho vyrovnanost a nevyrovnanost.[6], [7]

Délka

V původním (zkadeřeném) stavu se délka vlny značí za přirozenou. Lze ji snadno měřit v rounu. Skutečnou délku zjistíme po natažení původního chomáčku vlny, čili pod napětím. Tudíž rozdíl mezi přirozenou a skutečnou délkou vlasu je dán zkadeřením. U velmi zkadeřených vláken musíme dbát na to, aby nebyli přetažena. Délka vlasu závisí na rase ovce, na vlivu prostředí a také na části ovce, kde vlna roste.[6], [7], [8]

Zkadeření

Zkadeření vlny závisí na rase ovcí, dle stavby a jemnosti vlny, ale také podle krmení a péči o zvíře. Různé druhy kadeření jsou charakterizovány tvarem obloučků, jejich výškou a délkou.[6], [7]

Lesk

Je odvíjený od stavby pokožky. Jemné vlny, hustě šupinaté a kadeřavé mají lesk hedvábný až stříbrný. U vln hrubších s většími šupinkami mají lesk skelný. U chlupů a pesíků je nežádoucí mastný či skelný lesk. U ovcí kteří jsou nemocné je vlna bez lesku, matná a proto nevhledná.[2]

Barva

Bývá většinou bílá, bílo-šedá nebo nažloutlá. Jen malá část ovcí asiatských, severoafrických, španělských, korsických atd. dávají vlnu barvy hnědé až černé.[2]

Mechanické vlastnosti vlny

- **pevnost** - Je potřebná u textilních materiálů. U vlněných vláken se vyskytují velkou měrou. Pevnost se zjišťuje pomocí laboratorních přístrojů na principu jejího maximálního zatížení až do přetržení.[6], [7]
- **pružnost** - Je závislá na věku a zdravotním stavu ovcí. Schopnost zaujmout původní délku a tvar po napětí a uvolnění. Rychlostí jakou se chomáček vlny vrátí do své původní polohy, se pozná jak je vlna pružná. Vlhkou vlnu lze natáhnout až o 70%.[6], [7]
- **tažnost** – Vyjádření míry natažení vlákna, aniž by došlo k přetržení.[2]
- **bobtnavost** – Vlna ve vlhkém prostředí bobtná. Nabytí vlákna na tloušťce až o 32 % po delším máčení ve vodě.[2]
- **plstivost** – Zaklesávání šupinek vlasů vlny do sebe, tím se vytvoří souvislá vrstva plsti.[7]
- **hřejivost** – Udržování určité teploty díky své šupinaté struktuře.[2]
- **hygroskopičnost** - Schopnost materiálu pohlcovat vlhkost vzduch. V tomto směru vlna vyniká.[2]

2.4. Defekty vlny

Vlnu, která se využívá k dalšímu využití, nazýváme zdravou. Pokud se od zdravé liší, nazýváme ji jako defektní.[9] Defekty rozlišujeme buď jako vrozené nebo získané. Mají velký vliv na další využití vlny.[4]

Jako defektní vlna je považována např. vlna hladová (výrazné zjemnění vlny), jirchářská (získaná z vyčiněných kůží), spálená (znehodnocená vlna nevhodnou podestýlkou), zakoupaná (ovce před stříží vykoupány nevhodným dezinfekčním přípravkem, zakrmená (více jak 6% rostlinných nečistot), zkrutová (přeobloučkovaná vlna), značky (vlna označena barvou) a zplstěná (vlna těžko rozvolnitelná rukama).[4]

3. Zpracování vlny

Ihned po ostříhání se vlna pere za účelem odstranění nečistot a tuku. Tento proces je velmi důležitý. Po vyprání má čistá vlna bílou barvu slonové kosti. Dále se vlna karbonizuje: odstraňování rostlinných nečistot (např. listy, stébla rostlin, tráva, bodláčí, části krmiva apod.). Pro další zpracování se vlna v továrnách bělí, aby mohla přijmout jakýkoliv barevný odstín. Poté se prané rouno rozvolňuje a urovnává. Nakonec se zpracovává dvěma způsoby a to mykáním nebo česáním. Při česání se od sebe oddělují vlákna krátká a dlouhá, při soukání se urovnávají dlouhá vlákna vedle sebe. Při mykání se používají vlákna krátká. Po těchto procesech získáme příze, které slouží k dalšímu zpracování.[10], [11]

3.1. Produkce vlny

Produkce vlny je základní užitková vlastnost ovce. Hlavní činitelé, kteří rozhodují o kvalitě a množství vlny jsou hustota a délka vlny, plemenná příslušnost, velikost plochy kůže, výživa, zdravotní stav, pohlaví, věk, gravidita, laktace a genetika.. Celosvětová produkce ovčí vlny se stále snižuje.[9] Do celkové produkce potní vlny patří: Asie 40 %, Oceánie 28 %, Evropa 13 %, Afrika 10 % a Amerika 9 %. Produkce naší tuzemské vlny, zejména při současném úplném zničení vlastního textilního průmyslu, přináší našim chovatelům velké potíže s jejím odbytem. Přestože produkce se postupně zvyšuje, zájem o ní klesá a stále zůstává ladem. Přesto u domácí produkce vlny se musí věnovat větší pozornost při třídění a uskladnění., jelikož si vlna i nadále zachovává svůj význam při textilním zpracování, zejména zvýšené požadavky ve zdravotním oboru.[4] V tabulce č. 4 je uvedena produkce vlny v tunách.[11]

Tabulka č. 4: Produkce potní vlny v ČR[11]

Rok	Váha (t)	Rok	Váha (t)
2008	380	2011	480
2009	420	2012	520
2010	455		

Zdroj: Ministerstvo zemědělství s Svaz chovatelů ovcí a koz ČR

3.2. Realizace vlny

Výkupní cenu potní vlny určuje druh a její kvalita. Výši si určuje každý odběratel sám. Většinou se pohybuje okolo 10-15 Kč/Kg. Vykupuje se pouze zdravá vlna. Tudiž musí být zbavena okrajových částí (břicha, kaštany) a nesmí být defektní.[11] Jako další možnost se nabízí směnný obchod, kde vykupující smění surovou potní vlnu za hotové výrobky.[12]

Dříve se potní vlna dělila na 7 kategorií. V dnešní době stačí potní vlny rozdělovat do těchto 4 kategorií: jemnou, polojemnou, polohrubou a hrubou. V těchto kategoriích dále na bílou a barevnou, a měla by se oddělit vlna delší jak 4 cm od krátké do 4 cm. Dále je skupina neprodejné potní vlny, a to je vlna označena značkou, velkým znečištěním atd. [4]

Dnešní celkový pokles cen vlny má za následek, že chov ovcí, pokud jde o náklady, nepřezijí. Proto se na trh musí uvádět další produkty jako mléko, maso, sýry apod.[4]

3.3. Využití vlny v ČR

Vlna si i nadále uchovává svůj význam při textilním zpracování, zejména zvýšené požadavky ve zdravotnickém oboru. Její význam také velice vzrostl v perspektivním využití ve stavebním průmyslu. Lze také očekávat zvýšený zájem o domácí vlnu, která je určena k domácímu zpracování.[4] V průmyslovém odvětví se používají listy z vázané hrubé vlny, které se využívají ve stavebním průmyslu jako tepelná a zvuková izolace, ale také jako podložky pro adsorpci olejové skvrny.[13]

3.3.1. Textilní průmysl

I když vlna ztratila svůj ekonomický význam, stále má trvalou hodnotu v textilním průmyslu.[4] Vedle bavlny je jedním z nejstarších přírodních materiálů. Vlněné vlákno má jedinečné vlastnosti. Vlna chrání nejen před mrazem, ale také před teplem. Další vlastností je její hygroskopičnost a schopnost pohlcení vody až do 30-35 % její hmotnosti aniž by ztratila izolační vlastnosti. Oděvy vyrobené z ovčí vlny pohlcují také pot, proto je název „Suché teplo“, tzn. že si tělo udržuje svou teplotu aniž by se potilo. Jako další vlastnost je, že bílkovinná vlákna netvoří živnou půdu pro plísně. Při praní

vlny se také získává vedlejší produkt, který se využívá v kosmetickém průmyslu, lanolin.[14] Vlna, buď jako samostatná nebo ve směsi s nějakým syntetickým materiálem se využívá ze 2/3 při výrobě oděvů, včetně šatů, svetrů, kabátů, obleků a „aktivního“ sportovního oblečení. Méně než jedna třetina jde na výrobu příkrývek, anti-statických a hluk pohlcujících koberců a čalounění (vlna je odolná proti ohni, to z ní činí jeden z nejbezpečnějších textilních materiálů).[13], [15]

3.3.2. Stavební průmysl

Ovčí vlna, která je používána ve stavebním průmyslu, je obnovitelným textilním zdrojem, který má mnoho dobrých vlastností. Jelikož je chov ovcí důležitým pro ochranu krajiny v horských a podhorských oblastech, proto je v současnosti vlny dostatek. Ovšem v textilním průmyslu už nemá takové využití jako dříve, proto si hledá uplatnění v jiných výrobních a zpracovatelských odvětvích. Jednou z možností uplatnění ve stavebním průmyslu je využití ovčí vlny jako tepelně izolační materiál. Při jejím zpracování je potřeba minimální energie, je recyklovatelná a její odpad lze kompostovat.[16]

Vlna je materiálem s dlouhou životností, o tom svědčí několik set let staré gobelíny, které jsou k vidění na zámcích apod. Dokáže adsorbovat některé škodliviny z ovzduší, např. formaldehyd, organická ředidla a ozon. Ovčí vlna je samozhášivá, nehoří a při 560 °C se škvaří. Při pokládce není zapotřebí rukavic, jelikož vlna je příjemná na dotyk. Mezi její hlavní nevýhodu patří nutná ochrana proti hmyzu. Také není odolná proti tlaku, proto se nedoporučuje jako izolace pro použití pod plovoucí podlahy.[17]

Izolační materiál

Výroba izolačního materiálu je od počátku až do ukončení výrobního procesu šetrná k okolnímu prostředí. Vlna je získávána ze zdravých ovcí. Materiál prošel před zpracováním kontrolou příslušné veterinární správy.

Jako první se materiál zbaví nečistot, poté se opakovaně pere ve vodním roztoku. Poté když je zbaveno lanolinu a nečistot, přichází na řadu přípravek k ochraně vlny proti hmyzu.

Izolace z ovčí vlny se vyrábí technologií kolmého kladení mykaného ovčího rouna bez použití jakýkoliv pojiv. Takto upravený materiál je stabilní a má dlouhou životnost.[16], [17]

Izolační materiál je používán jako tepelná izolace ve vnitřních prostorech budov. Také se využívá k izolaci potrubí či rozvodů technického zařízení budov.[16]

4. Růst rostlin a jeho podmínky

Růst rostlin znamená několikanásobné rozmnožování své původní váhy a objemu. Rostliny se vyvíjejí ze semen, z plodů nebo pupenců. Když dosáhnou své konečné fáze, získáváme z nich několikanásobné množství semen a narostlou hmotu. Semeno je rostlina ve stavu klidu, která nemá příznivé podmínky k projevení svého života. Růst se nemůže vyvíjet bez vody, tepla, živin a později slunečního svitu.

Semena

Semeno (budoucí rostlinka), vzniká spojením samičí a samčí buňky. Po spojení těchto dvou buněk nastane dělení, nepatrné buňky se množí, a tím se vytváří mnoho semínek. Na spodním díle semínka je klíček – embryo (zárodek rostliny). Rostlinka uvnitř semínka má první zárodečné lístky a kořínky. Pokud se rostlinka není schopna vyživovat sama, tak čerpá živiny ze zásob semena – z bílku. Bílek obsahuje všechny důležité živiny, které rostlina potřebuje do začátku. Tvoří základní lůžko – dělohu. [18]

4.1. Faktory růstu

Růst rostlin probíhá jen za určitých podmínek (faktorů), které dělíme na dvě části: vnitřní faktory a vnější faktory. Tyto faktory jsou nezbytně důležité pro růst rostlin, nazýváme je též jako růstová a vývojová činitele. Pokud nemají semena rostlin tyto faktory, není na nich pozorovatelná změna (rostlina neroste).

Vnitřní faktory

Nejvýznamnější vnitřní faktory se nazývají *fytohormony* (*řídící hormony, ovlivňující růst rostliny*), které dělíme na dvě skupiny:

- stimulátory – podporování růstu rostlin. Mezi ně patří *auxin* (ve vrcholech stonků), *cytokininy* (v kořenech) a *gybereliny* (v nejmladších listech a kořenech)
- inhibitory – brzdí růst rostlin. Mezi ně patří kyselina abscisová, která způsobuje opad listů a plodů.

Vnější faktory

Pokud nemají semena dostatek vody, tepla, světla a živin, není pozorovatelná žádná změna. Ovšem pokud semena dostávají dostatek těchto faktorů, tak nabobtnají a postupně zvětšují svůj objem a ze slupky vylízájí první kořínky a lístky. Rostlina vylučuje ze štítku (stěna mezi zásobními látkami a vlastní rostlinou) *enzymy*, látky které mění nerozpustné zásobní látky na živiny rozpustné ve vodě. Z nich staví látky, které vytvářejí nové buňky a rostlina roste. Klíčící semeno spaluje zásobní látky tím, že dýchá. V této době klíčení pomáhají zásobní látky rostlině zvedat zem, aby se lístky dostaly ke světlu.

- **voda** – nezbytná ve všech částech růstu
- **teplo** – ovlivnění rychlosti růstu. Teplota, při které rostlina roste nejrychleji se nazývá „optimální teplota“. U každého druhu rostlin se optimální teplota mění
- **světlo** – bez světla není možná fotosyntéza. Vliv na vytváření nadzemní části. Důležitá je také intenzita a kvalita světla, ale také délka dne.
- **živiny** – pro optimální růst je důležitý dostatek minerálních živin
- **znečištěné prostředí** – nepříznivé pro růst[18], [19]

4.2. Stavební prvky rostlinných těl

Stavebními prvky rostlin jsou fosfor (P), draslík (K), vápník (CA), hořčík (MG), síra (S) a železo (FE). Tyto prvky lze snadno stanovit, jelikož se vyskytují ve velkém množství. Kromě základních prvků jako uhlíku (C) a vodíku (H), jsou tyto prvky stavební kameny ve všech částech těl rostlin. Proto se nazývají stavebními prvky (makroelementy).

Dále se v rostlinách vyskytují *stopové* prvky, které jsou zastoupeny v nepatrném množství (mikroelementy). Jsou to např. bór (B), mangan (Mn), zinek (Zn) aj.

Z těchto prvků skládá rostlina působením slunečního světla složité ústrojné látky:

- sacharidy, tuky – jsou složeny jen z uhlíku, vodíku a kyslíku
- bílkoviny – složeny z uhlíku, vodíku, kyslíku a dusíku, popř. Síry nebo fosforu[19]

4.2.1. Životodárné prvky

Aby rostlina mohla využít kteréhokoliv prvku ke stavbě svého těla, musí ho dostat v „životodárném“ stavu. Aby mohly být prvky pro rostlinu životodárné, musí být ve stavu sloučenin ve vodě rozpustitelných. Ve vodném roztoku se atomy přemění na ionty. Tuto přeměnu umožňuje voda, protože rostliny mohou přijímat jen prvky převedené do ionizovaného stavu. Životodárné prvky dělíme na dvě skupiny:

- spalitelné látky - uhlík (C), kyslík (O), vodík (H) a dusík (N)
- nespalitelné látky – fosfor (P), draslík (K), vápník (Ca), síra (S), hořčík (Mg), železo (Fe), křemík (Si) a chlor (Cl)

Dále se v rostlinné hmotě vyskytují stopové prvky (velmi obtížně se určuje jejich množství):

- bór (B), mangan (Mn), zinek (Zn), měď (Cu), molybden (Mo) a další.

Síra, fosfor a chlór jsou nekovové prvky, které vytvářejí kyseliny, které tvoří s kovovými prvky soli. Soli se po rozpuštění ve vodě rozdělí na jednoduché nebo složené ionty. Teprve v takovémto stavu můžou rostliny přijímat výživu. [19]

5. Hydroponie

Jak se ví už z minulosti, tak rostliny ke svému růstu potřebují takzvané 4 důležité růstové faktory: vodu, živiny, světlo a teplo. Chemik Justus von Liebig přišel již v roce 1865 na to, že rostliny přijímají živiny, jako je dusík, fosfor, draslík a vápník. Také dále přijímají různé stopové prvky, které jsou rozpustné ve vodě, nikoliv z pevné půdy, jak se do té doby myslelo. Při prvních pokusech s hydroponií byl zjištěn jeden hlavní problém, a to když rostliny dosáhly určité velikosti a převrátily se, jelikož jejich kořeny neměly žádnou oporu. V 60. letech našeho století přišli na to, že keramzit je vhodný pro hydroponii, jelikož poskytuje dokonalou opěru pro rostliny pěstované touto metodou. Další výhodou tohoto materiálu je, že jemné kořenové vlášení (kořenový vlásek, který se nachází na nejmladší části kořene, sloužící ke snadnému přijímání živin) může přijímat vzduch, vodu a v ní rozpuštěné živiny pro rostliny.[20]

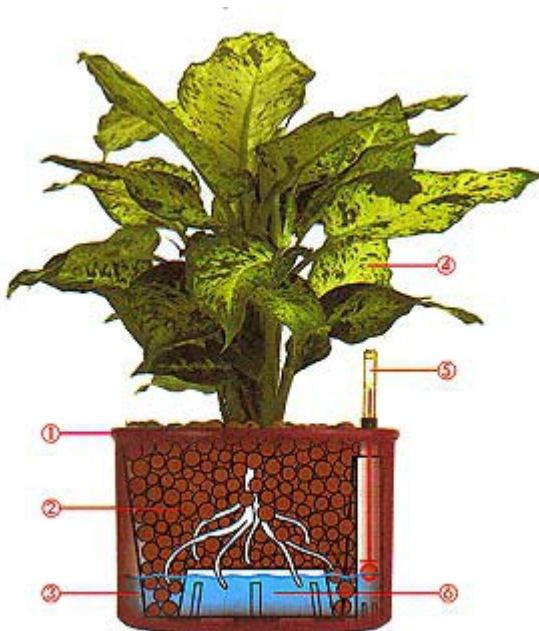
Hydroponie je snadný způsob pěstování pokojových rostlin. Tento název lze rozdělit na dvě části: první je řeckého původu „hydro“, což znamená „voda“ a z druhé části slova „ponie“, které pochází z latiny (pono=kladu) a v překladu znamená „vložit“ nebo „uložit“. Hydroponie se tedy dá nazvat jako vkládání rostlin do vody. Což znamená pěstování rostlin ve vodném roztoku, který je obohacen o živiny (hnojivo). Tato metoda pěstování spočívá v tom, že rostliny přijímají živiny a vláhu přímo z vodního prostředí. Funkci zeminy nahrazuje keramická granulovaná hmota – keramzit (viz. Obr. 1). Při této metodě rostliny nestojí celé ve vodě, ale jen jejich spodní část kořenů. V současné hydroponii jsou k dostání speciálně upravené nádoby (květináče) s praktickým příslušenstvím. Speciální nádoby se skládají ze dvou nádob: vnitřní nádoby a vodotěsné vnější nádoby (viz obr. 1). Dále se používají měřiče stavu vody (Obr. č. 4), které se zasouvají do nádob a pomáhají udržovat hladinu živného roztoku.[20]

5.1. Přednosti

Hydroponie se vyznačuje několika přednostmi jako např. nenáročnost, lepší růst, čistota a hygiena, snížení škodlivých látek a zvýšení vlhkosti vzduchu. Tato metoda není nijak náročná na pěstování, a proto ani začátečníci nemohou nic pokazit. Čas na zalévání ukazuje měřič stavu vody, a proto se nemusí rostliny zalévat tak často jako při normálním pěstování. Takto pěstované rostliny nádherně rostou, protože se zde nachází keramzit, který na rozdíl od zeminy, která uléhá ke dnu, uchovává svůj tvar a strukturu.

Tento granulát se stará o zdravý růst rostlin tím, že umožňuje přivádět vzduch a vodu přímo ke kořenům. Nepochází zde k žádnému onemocnění kořenů, protože keramzit je čistý, bez zápachu a proto se k nim nemohou dostat žádné živočišné škůdci. Nehrozí zde také žádné tetanové nákazy a plísňe, ke kterým dochází při používání zeminy. Při hydroponii dochází také ke snížení škodlivých látek, které se mohou objevovat ve vzduchu v obytných či pracovních prostorách. Již v dnešní době je vědecky dokázáno, že rostliny fungují jako biologický filtr škodlivin. Svými listy, na kterých mají průduchy jsou schopny filtrovat škodlivé látky, ale také významnou roli hrají kořeny, které rozkládají jedy jako nikotin, formaldehyd, benzoly a fenoly. A to tak, že kořeny jsou schopny absorbovat tyto jedy, protože přes porézní granulát se ke kořenům dostanou rychleji jak přes zeminu. V prostorách, kde se nacházejí rostliny pěstované v hydroponii dochází ke zvýšení vlhkosti vzduchu a tudíž se vytváří prostředí vhodnější pro člověka.[20]

Do základní výbavy pro hydroponické pěstování je potřeba vnější nádobu, vnitřní nádobu, keramzit, měřič stavu vody a živný roztok. Vše potřebné je vidět na Obr. č. 4.



Obrázek č. 4: Schéma rostliny v hydroponii[18]

1. **Vnější nádoba** – vodotěsná okrasná nádoba
2. **Keramzit** – granulát, který poskytuje rostlině oporu a zajišťuje přívod vzduchu a vody s živinami.
3. **Vnitřní nádoba** – nádoba, do které je rostlina vložena společně s keramzitem.
4. **Rostlina**
5. **Měřič vody** – napomáhá udržovat hladinu vody a živného roztoku
6. **Živný roztok** – může být buď tekutý, nebo ve formě tablety.

Keramzit se rozděluje do tří stupňů zrnitosti:

- **2-4 mm** – použití k rozmnožování rostlin. Musí se udržovat nízká hladina vody, aby nedošlo k přemokření.
- **4-8 mm** – použití pro větší mladé rostliny do menších nádob
- **8-16 mm** – pro dlouhodobé využití

Čím menší je granulát, tím voda vystoupá výše a proto je jí potřeba méně. Musí se ale častěji zalévat.[20]

Dalšími důležitými aspekty, aby se rostlinám dařilo, je světlo, teplota, voda a správná výživa. Pokud bude těchto aspektů mnoho nebo naopak málo, budou rostliny strádat nebo mohou také zahynout. Každá květina má jiné nároky na světlo, některé potřebují více, některé méně. Nejlepší umístění v místnosti je východní nebo západní parapet. Optimální teplota je mezi 18-20 °C. Při velké teplotě nad 60 °C rostliny odumírají, ale ani opačný jev jim nedělá dobře. V chladném počasí se nejlépe dávají rostliny dál z parapetů, kvůli průvanu. Ale také musí být umístěny v dobře větraném prostoru. Nesvědčí jim příliš suchý, ale ani příliš vlhký vzduch. Při suchém rostliny brzy svésí listy, které zežloutnou a nakonec odpadnou. Naopak příliš vlhké prostředí podporuje napadení rostlin houbami a tvorbu plísní. Zalévání je velice snadné, protože čas, kdy rostlina potřebuje vodu, ukáže měřič vody. Musí se ale dávat pozor na teplotu vody k zalévání, protože kořeny jsou velmi citlivé na studenou vodu, proto optimální teplota je 22-26 °C. Také se musí dávat pozor na tvrdost vody. Ideální pH vody pro hydroponii je v rozsahu 5,5 až 6,5. Pokud je voda kyselá nebo zásaditá, tak rostliny mají problém s přijímáním některých živin. Hodnotu pH lze určit lakmusovým papírkem. Živiny v roztoku dělíme na dvě skupiny:

- **hlavní živiny** – N (dusík), P (fosfor), K (draslík)
- **stopové prvky** – důležité jako hlavní živiny, ale ve stopovém množství pro hydroponii se doporučují různé druhy hnojiva:
- **hnojící tablety s vápníkem** – použití s měkkou vodou, jelikož má nedostatek vápníku, který je pro rostliny velmi důležitý
- **tekutá hnojiva** – častější hnojení
- **zásobní hnojiva** – dlouhodobá hnojiva, která zajistí přísun živin po dobu cca tři měsíců. K dostání jako tekutá hnojiva nebo jako granulát.[20]

6. Hrách setý (*Pisum Sativum*)

Hrách je v Evropě znám od dob neolitu. Dříve se pěstoval hrách s drobným zrnem a až později velkozrný. Kolem počátku našeho letopočtu byl hrách králem v Itálii a Římané ho začali postupně rozšiřovat v průběhu jejich vojenských výprav do krajů severně kolem Alp. Nezralé a sladké semena začali jíst Holanďané, to se pak rozšířilo dále do Evropy. V 17. a 18. století byl hrách určen jen vyšším vrstvám obyvatelstva jako pochoutka. Teprve v 19. století se stal lacinou zeleninou a luštěninou.

Hrách setý dělíme na dvě skupiny:

- hrách setý zahradní – květ bílý se žlutým nebo zeleným nádechem
- hrách setý polní (peluška) – barva červenofialová, méně poléhavý, semena tmavošedá[21]

Hrách je hospodářsky významná rostlina z čeledi bobulovitých. Je to poměrně plastická jednoletá popínavá rostlina, se sbíhavými a prorostlými listy. Dále je poléhavá a dosahuje výšky až 2 m. Také kořeny dosahují až 1 metru. Hrách má dlouhé postupné kvetení => nerovnoměrné dozrávání. Období květu je od května do října. Sází se především jako jarní rostlina. Hrách není příliš náročný na půdu, tudíž na pěstování. Jediné co hrách musí mít, je hlubší výsev, protože má hypogeické klíčení(dělohy pod zemí).

6.1. Pěstitelské požadavky

Hrachu setému se nejlépe daří v půdách hlinitých, hlinitopísčítých a písčitohlinitých. Naopak se mu nedaří ve velmi extrémních půdách jako: písčítých, příliš těžkých, zamokřených, kyselých, kamenitých a silně zaplevelených. Nejvhodnější půdou jsou mírně kyselé až neutrální (optimální pH 6,2-7), jelikož se zde nachází dobrá zásoba vápníku v půdě. Půda musí mít dostatečnou zásobu vápníku a fosforu.

Největším kladem hrachu je jeho fixace vzdušného dusíku. Další výhodou hrachu je jeho vstřebávání hůře přístupných živin z půdní zásoby => lze provádět přímé hnojení fosforem a draslíkem. Za nevýhodu lze považovat to, že vyšší hladina dusíku v půdě snižuje příjem dusíku ze vzduchu[22]

7. Experiment

Cílem experimentu bylo využít odpadní vlněná vlákna. Zaměřeno bylo na rozklad ovčí vlny a jejího dalšího využití jako hnojivo pro rostliny. U vlněného materiálu byl nejdříve stanoven obsah lipidů, ve vodě rozpustné látky a obsah vlhkosti ve vlně. Poté bylo stanoveno chemické zastoupení prvků ve vlněném materiálu. Dále byl vzorek rozložen v lázni z hydroxidu draselného, který byl dále neutralizován kyselinou fosforečnou. Takto připravený vzorek byl testován na rostlině hrachu, v hydroponickém prostředí. K testování funkčnosti vlněného hydrolyzátu byl použit standardní roztok pro pěstování v hydroponii, aby bylo možno posoudit funkčnost vlněného hydrolyzátu.

7.1. Vstupní materiál

Vzorek potní vlny, získaný z plemena ovce Romney. Tato ovčí vlna pochází z malé obce Višňové, která se nachází ve Frýdlantském výběžku, tvořící severozápadní podhůří Jizerských hor.

7.2. Použité chemikálie

CHCl_3 (chloroform)

H_2O (destilovaná voda)

KOH (hydroxid draselný)

H_3PO_4 (kyselina fosforečná)

$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ (dolomit)

KNO_3 (dusičnan draselný)

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (dusičnan vápenatý tetrahydrát)

$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (dihydrogenfosforečnan amonný)

$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (síran hořečnatý heptahydrát)

KCl (chlorid draselný)

H_3BO_3 (kyselina boritá)

$\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (síran manganatý monohydrát)

$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (síran zinečnatý heptahydrát)

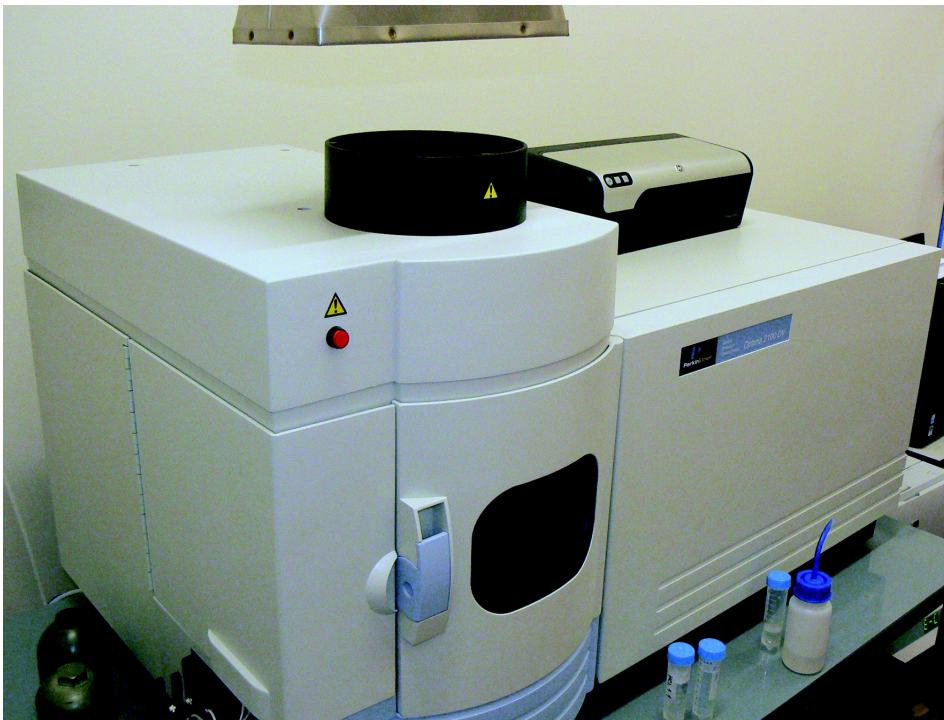
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (síran měďnatý pentahydrát, modrá skalice)

7.3.Použité přístroje

Přístroj na chemickou analýzu – spektrometr – ICP-OES OPTIMA 2100 DV, Perkin Elmer

- optický emisní spektrometr s indukčně vázanou plasmou
- axiální i radiální pozorování plasmy
- rozsah – 160-900 nm
- možnost stanovení většiny prvků v periodické tabulce ve stopovém množství[23]

Použitý spektrometr vidíme na Obr. č. 5



Obr. č. 5: ICP-OES OPTIMA 2100 DV [23]

Soxhletův extraktor

Sestává z extraktoru, trubice na vedení páry, přepadové trubice a extrakční patrony (filtrační papír)

Použit na zjištění lipidu v ovčí vlně.

Soxhletův extraktor vidíme na obrázku č. 6



Obr. č. 6: Soxhletův extraktor

Horkovzdušný sterilizátor HS 62A

komora 60 l

nucená cirkulace – ventilátor

max. 200 °C

vnější rozměry – 60x68x57 cm

hmotnost – 48 kg

Sterilizátor vidíme na Obr. č. 7



Obr. č. 7: Horkovzdušný sterilizátor HS 62A

Vodní lázeň odpařovací vícemístná

Teplotní rozsah od cca 5°C až do bodu varu

regulace teploty termostatem

lázeň s přímým vyhříváním – topné těleso ve vztyku s vodní lázní

regulace hladiny vodní lázně

počet otvorů – 8

průměr otvorů – 110 mm

vodní odpařovací lázeň vidíme na Obr. č. 8

vyjímatelné plastové kroužky pro vložení nerezového kelímku (Obr. č. 9)



Obr. č. 8: Vodní lázeň odpařovací vícemístná



Obr. č. 9: Nerezový kelímek do vodní lázně

Laboratorní váha - typ AV513 značky OHAUS

max – 510 g

min – 0,02 g

e – 0,01 g

d – 0,001 g

Laboratorní váha je viděna na Obr. č. 10



Obr. č. 10: Laboratorní váha

7.4. Stanovení obsahu tuku ve vlně a rendementu (výtěžnost)

Stanovení obsahu lipidu bylo provedeno na vstupním materiálu. Byl vzat „vzduchosuchý“ vzorek potní vlny (G) o hmotnosti 4,97 g, který byl vložen ve filtračním papíru do Soxhletova extraktoru. Pomocí chloroformu byl extrahován vlnový tuk do připravené extrakční baňky, do které byly přidány varné kuličky, a byla předem přesně zvážená. Varné kuličky zajišťují pravidelný var, tj. nedochází zde k utajenému varu. Pro dosažení úplné extrakce všech lipidů bylo provedeno 9 extrakčních cyklů.

Současně s extrakcí vlnového potu bylo započato vysoušení paralelního vzorku potní vlny o hmotnosti 5 g při teplotě 105 °C za účelem stanovení obsahu vody. Vzorek byl vložen do předem zvážené a vysušené váženky. Vzorek byl sušen tak dlouho dokud nebylo dosaženo konstantní hmotnosti (tj. absolutně suchý materiál). Poté dle váhového úbytku byl zjištěn obsah vody v %.

Po ukončení extrakce byla rozebrána aparatura a z vlny odmačkáno obsažené rozpouštědlo (pomocí gumových rukavic) do extrakční baňky. Od zextrahovaného tuku bylo oddestilováno zbytkové rozpouštědlo na jednoduché destilační aparatuře. Po oddestilování byla extrakční baňka vložena do sušárny s teplotou 105 °C a po vysušení do konstantní hmotnosti byla určena hmotnost vyextrahovaného lipidu (L).

Dále byla určována hmotnost látek rozpustných ve vodě. Extrahovaná vlna byla vyluhována 3 x za sebou po 3 minutách vždy v nové destilované vodě o teplotě cca 50 °C. Vlna se důkladně zbavila vody vymačkáním. Takto připravený vzorek byl vložen ve váženice do sušárny o teplotě 105 °C a byl sušen do konstantní hmotnosti. Vlna čistá (Č) je zbavena tuků a látek rozpustných ve vodě. Výpočty lze vidět v tabulce č. 5.

Obsah lipidu byl vypočítán v % ze „vzduchosuchého“ vzorku podle vzorce:

$$l [\%] = \frac{L}{G} * 100$$

Výtěžnost vlny byla vypočítána v % dle vzorku:

$$R [\%] = \frac{\check{C}}{G - \frac{G * v}{100}} * 100$$

l - obsah lipidu v %

L – hmotnost vyextrahovaného lipidu

G – hmotnost „vzduchosuchého“ vzorku potní vlny

R – výtěžnost vlny v %

Č – čistá vlna (tj. Odmaštěná a vyluhovaná)

v – obsah vody ve vlně

Tabulka č. 5: Procentuální výsledky

	Výsledky (%)
I – obsah lipidů	9,9
Látky rozpustné ve vodě	21,9
R – výtěžnost vlny	68,6
V – obsah vody ve vlně	10,8

Výtěžnost vlny je 68,58 % tudíž z 1 kg potní vlny získáme 685,8 g čisté vlny.

7.5. Stanovení chemického složení

Analýzu chemického složení potní vlny jsme provedli na optickém emisním spektrometru s indukčně vázanou plazmou (ICP-OES). Známé množství vzorku bylo vloženo do rozkladné nádoby v mikrovlnném mineralizačním zařízení. Ke vzorku byla přidána koncentrovaná kyselina dusičná a byla provedena tlaková mineralizace. Po ukončení procesu a ochlazení zařízení byly mineralizáty převedeny do odměrných baněk a doplněny po rysku. Roztok byl filtrován přes papírový filtr „modrá páska“. Filtráty byly analyzovány metodou optické emisní spektrometrie s indukovanou plazmou (ICP-OES). Pro kalibraci byly použity komerční víceprvkové standardy firmy Perkin Elmer. Za provedení této analýzy patří poděkování Ing. Petru Parmovi. Výsledky chemické analýzy v tabulce č. 6.

Tabulka č. 6: Chemické složení potní vlny

mg/kg	Vlna 1	Vlna 2	Vlna 3	Vlna 4	průměr
P	409	338	282	363	348
K	22916	21322	16989	19741	20242
Ca	1440	2536	1048	1830	1714
Mg	353	454	246	355	352
S	75560	93606	83506	87328	85000

7.6. Příprava hydrolyzátu vlny

Příprava hydrolyzátu

Pro rozklad potní vlny bylo namícháno 5 roztoků hydroxidu draselného o objemu 50 ml. Koncentrace aplikovaných roztoků jsou uvedeny v tabulce č.7:

Tabulka č. 7: Koncentrace roztoků

	1. roztok g/l	2. roztok g/l	3. roztok g/l	4. roztok g/l	5. roztok g/l
Hydroxid draselný	2	6	10	20	40

Dále bylo připraveno 5 vzorků potní vlny o hmotnosti 10 g.

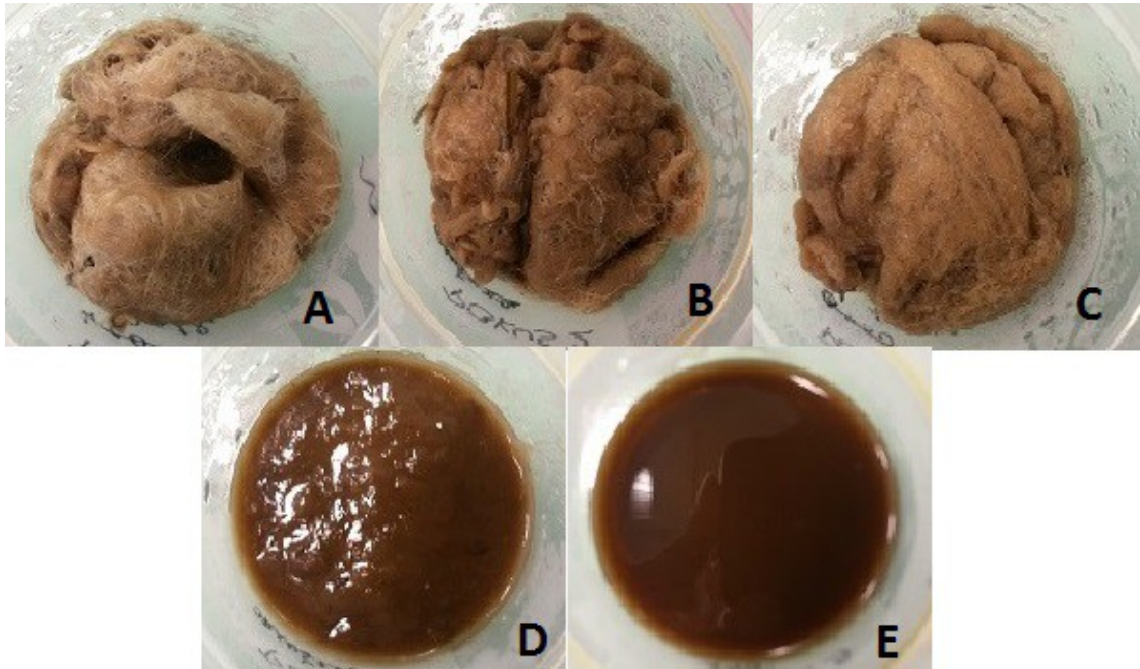
Rozklad vlny

Rozklad probíhal ve vodní odpařovací lázni. 5 vzorků vlny bylo dáno do baněk a zality 50 ml různých roztoků hydroxidu draselného. Takto připravené baňky byly dány do odpařovací lázně o teplotě 50 °C. Za občasného míchání a dolití destilované vody z důvodu odpařování, byly vzorky kontrolovány po dobu 1 hodiny v intervalech 10 minut. Postupně se zvyšovala teplota až na konečnou 85 °C. V tabulce č. 8 můžeme vidět postupné změny rozkladu:

Tabulka č. 8: Rozklad vlny

Vlna s roztokem (g/l)	Po 10 minutách	Po 20 minutách	Po 30 minutách	Po 40 minutách	Po 50 minutách	Po 60 minutách
2	bez změny	bez změny	bez změny	bez změny	bez změny	bez změny
6	bez změny	bez změny	bez změny	Změna tvaru	Měknutí vlny	Měknutí vlny
10	bez změny	bez změny	Pomalé hrudkování	hrudky	hrudky	hrudky
20	hrudky	Pomalé táhnutí(začátek rozkladu)	táhnutí	Z větší části rozložena	táhnutí	Stálý rozklad
40	Pomalé táhnutí(začátek k rozkladu)	Z větší části rozložena	Zcela rozložena	Zcela rozložena	Zcela rozložena	Zcela rozložena

Z tabulky rozkladů je zcela jasně vidět, že roztok hydroxidu draselného o koncentraci 40 g/l vlnu zcela rozložil už po 30 minutách. Na Obr. č. 11 můžeme vidět výsledný rozklad po 1 hodině.



Obr. č. 11: Rozklad vlny

- A – lázeň o koncentraci 2 g/l, vlna neprojevuje žádné změny. Na pohled dobře vypraná
- B – lázeň o koncentraci 6 g/l, vlna začíná projevovat nepatrné změny po 40 minutách rozkladu
- C – lázeň o koncentraci 10 g/l, vlna po 30 minutách začíná projevovat menší změny, po zbytek rozkladu stále hrudkovatí, vazba vlny viditelně narušena
- D – lázeň o koncentraci 20 g/l, vlna po 10 minutách hrudkovatí, po dalších deseti minutách se začíná pomalu táhnout a postupně až do konce testu se rozkládá, ale ne do úplného rozkladu
- E – lázeň o koncentraci 40 g/l, vlna se po 10 minutách začíná pomalu rozkládat a po 30 minutách je zcela rozložena.

Rozložený vzorek byl doplněn destilovanou vodou na 100 ml.

Neutralizace vzorku

Pro další použití byl vybrán vzorek, který byl zcela rozložen. Vzorek byl složen z 10 g potní vlny, 50 ml roztoku KOH o koncentraci 40 g/l a destilované vody (dolito do objemu 100 ml). Pomocí lakmusového papírku bylo zjištěno pH 12. Pro růst rostlin je potřeba nižšího pH a proto byl vzorek zneutralizován pomocí roztoku kyseliny fosforečné o koncentraci 100 g/l. Do rozložené vlny bylo přidáno 6 ml roztoku a pH bylo sníženo na 9.

Výpočet množství hydrolyzátu vlny pro aplikaci na hrách

Nejdříve bylo vypočteno množství důležitých látek v hydrolyzátu vlny pro pěstování v hydroponii

Vstupní složení hydrolyzátu vlny:

- 10 g potní vlny
- 50 ml KOH o koncentraci 40 g/l
- 6 ml H_3PO_4 o koncentraci 100 g/l
- => hydrolyzát vlny doplněn na 100 ml

Na 1l hydrolyzátu připadá:

- 100 g potní vlny
- 20 g KOH => 13,9 g K
- 6 g H_3PO_4 => 1,9 g P

N bylo vypočítáno z hmotnosti čisté vlny. Dle literatury množství dusíku v čisté vlně je 16 %. Množství v našem zkoumaném vzorku je tedy 11 g/l N.

Další prvky byly změřeny chemickou analýzou a množství můžeme vidět v tabulce č. 6.

Množství těchto prvků bylo převedeno na 100 g potní vlny:

- 0,035 g/l P
- 2,02 g/l K
- 0,171 g/l Ca
- 0,035 g/l Mg
- 8,5 g/l S

Dále byly sečteny chemické prvky z vlny, hydroxidu sodného a kyseliny fosforečné, které vidíme v tabulce č. 9 pod pojmem máme. Dále v tabulce nacházíme ideální množství prvků pro použití v hydroponii (pod pojmem máme).[24]

Tabulka č. 9: Množství prvků v hydrolyzátu vlny a potřebné množství pro hydroponii

Prvky	N	P	K	Ca	Mg	S
Potřebujeme (g/l)	0,22	0,06	0,23	0,16	0,02	0,03
Máme (g/l)	11	1,9	15,9	0,17	0,035	8,5
Máme po přidavku dolomitu (g/l)	11	1,9	15,9	7,99	4,73	8,5
V naředěném hydrolyzátu s dolomitem (g/l)	0,22	0,038	0,318	0,16	0,094	0,17

V tabulce č. 9 lze vidět, že Ca a Mg mají malé množství zastoupení, a hrách tyto látky vyžaduje, proto bylo do hydrolyzátu přidáno 3,6 g dolomitu.

Množství potřebného vlněného hydrolyzátu na 100 % -ní živný roztok pro hydroponii je 1:50. (1 ml vlněného hydrolyzátu na 50 ml vody). Tudíž na 1 l roztoku připadá 20 ml vlněného hydrolyzátu. V tabulce lze vidět množství prvků v roztoku.

Příprava standardního vzorku

Standardní roztok byl namíchán tak, aby mohl být použit v hydroponickém prostředí. Roztok byl připraven dle tabulky č. 10. Roztok byl namíchán o objemu 75 ml.

Tabulka č. 10: Faktory podmiňující pěstování rostlin hydroponicky [24]

	Zásobní roztok v g/l	Dávka zásobního roztoku v ml
KNO ₃	101,10	30
Ca(NO ₃) ₂ *4H ₂ O	236,16	20
NH ₄ H ₂ PO ₄	115,08	10
MgSO ₄ *7H ₂ O	246,49	5
KCl	1,864	10
H ₃ BO ₃	0,773	
MnSO ₄ *H ₂ O	0,169	
ZnSO ₄ *7H ₂ O	0,288	
CuSO ₄ *5H ₂ O	0,062	

7.7. Aplikace roztoků v hydroponickém prostředí

Aplikace byla provedena na hrachu setém. Bylo připraveno 7 vzorků roztoků:

1. destilovaná voda
2. 50 % standardní roztok
3. 100 % standardní roztok
4. 200 % standardní roztok
5. 50 % hydrolyzát vlny
6. 100 % hydrolyzát vlny
7. 200 % hydrolyzát vlny

50 % roztok byl v poměru 1:100, 100 % roztok byl v poměru 1:50 a 200 % roztok byl v poměru 1:25 (tj. ve 100% roztoku byly 2 ml vlněného hydrolyzátu nebo standardního roztoku na 100 ml destilované vody).

K růstu byly připraveny kultivační nádoby naplněné filtračním pískem (propláchnutý a zbavený nečistot). Od každého roztoku bylo připraveno 5 kultivačních nádob. Dohromady 35 vzorků rostlinek hrachu. Hrách byl první den (Obr. č. 12) rozložen na navlhčenou vatu a ponechán 3 dny ve tmě. Po dosažení 3-4 cm (Obr. č. 13) dlouhých kořínků (po 7 dnech) byly rostlinky vysazovány do kultivačních nádob, tak aby kořínky zasahovaly do roztoku v nádobě a byly podepřeny pískem. Rostlinky byly změřeny a byl spočítán počet listů.



Obr. č. 12: 1 den: hrách na navlhčené vatě



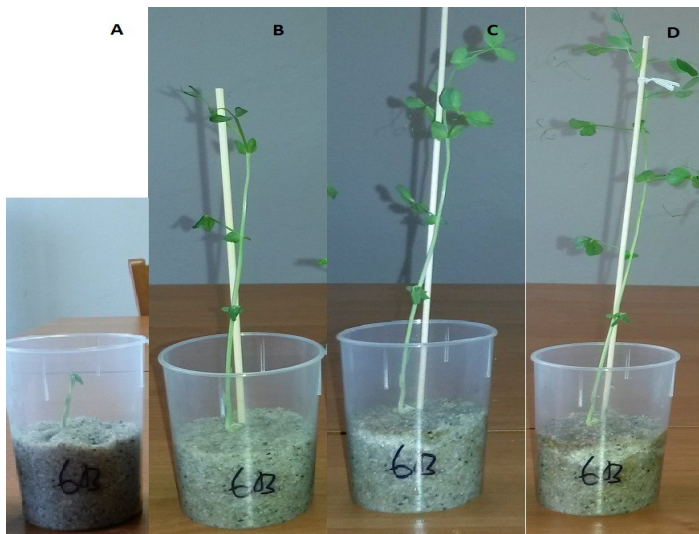
Obr. č. 13: Hrách před zasazením

Roztoky v kultivačních nádobách se doplňovali dle potřeby.

Růst rostlinek hrachu byl sledován 1, 7, 12, 16, 20, 24, 28 a 32 den. V těchto dnech byl sledován růst rostlinek do výšky a počet růstu listů. Během růstu byly rostlinky podepřeny špejlí, aby se nezlámali a rostly dále. Vzorke byly umístěny na slunném okenním parapetu (Obr. č. 14). Na Obr. č. 15 a 16 lze vidět rozdílný růst rostlin v různých roztocích a času experimentu.



Obr. č. 14: Vzorke rostlin na okenním parapetu



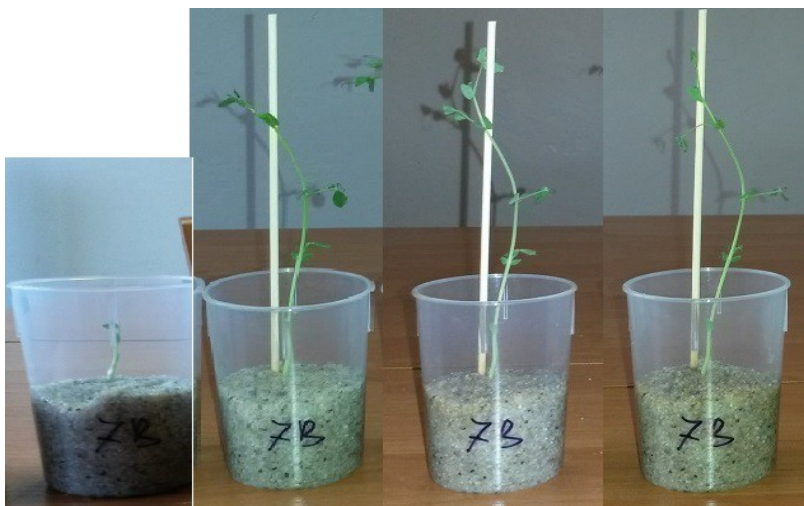
Obr. č. 15: 100% vlněný hydrolyzát

A -rostlinka zasazena do kultivační nádoby po 7 dnech

B – rostlinka 16. den

C – rostlinka 24. den

D – rostlinka 32. den



Obr. č. 16: 200% vlněný hydrolyzát

A -rostlinka zasazena do kultivační nádoby po 7 dnech

B – rostlinka 16. den

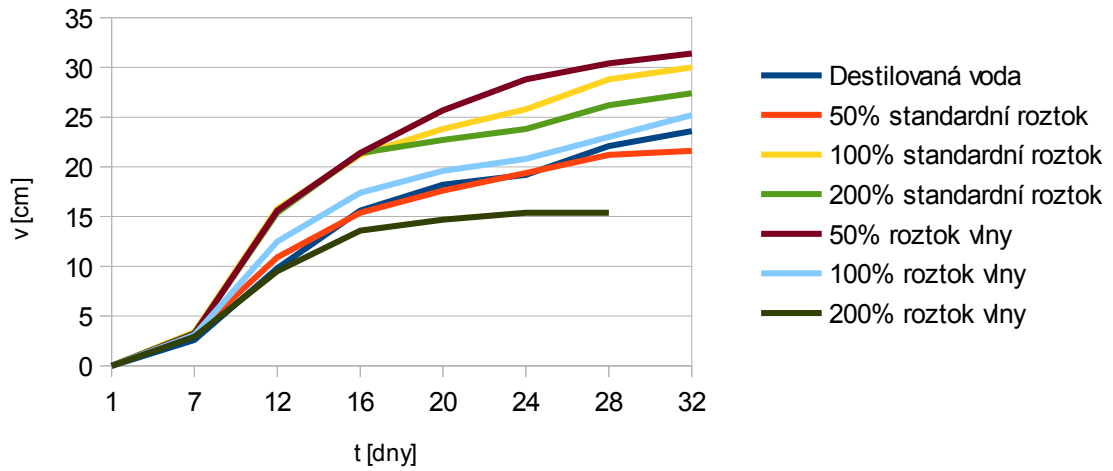
C – rostlinka 24. den

D – rostlinka 32. den

7.8.Vyhodnocení výsledků

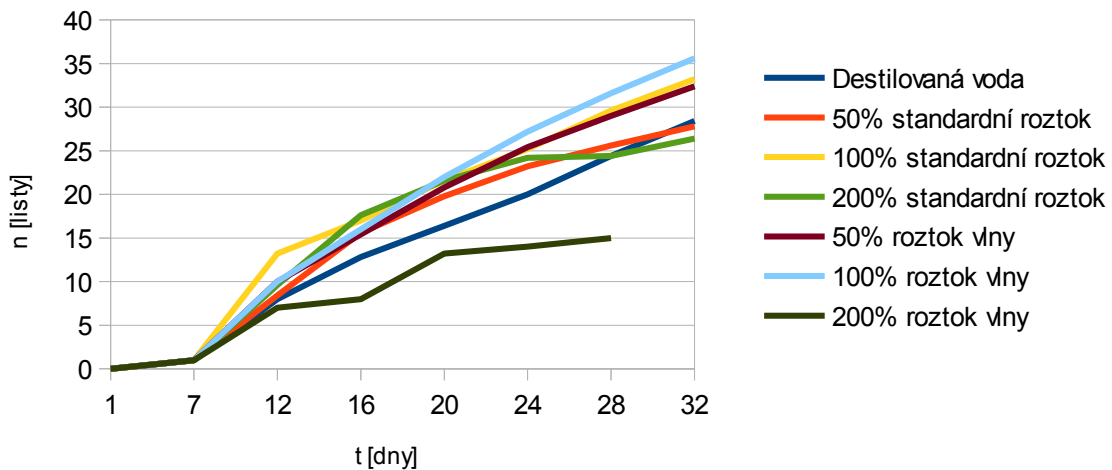
Růst hrachu setého byl sledován po dobu 32 dní. Každý experiment, o různých koncentracích roztoků, byl paralelně proveden na 5 rostlinkách. Experimenty byly průběžně měřeny a kontrolovány nárůsty počtů listů. Všechna data byla zapsána do přehledných tabulek, které jsou k vidění v příloze č. 1 a č. 2. Výsledky růstu jsou shrnuty do uspořádaných grafů (Obr. č.17 a 18).

Růst Hrachu - výška rostlin



Obr. č. 17: Růst hrachu – výška rostlin

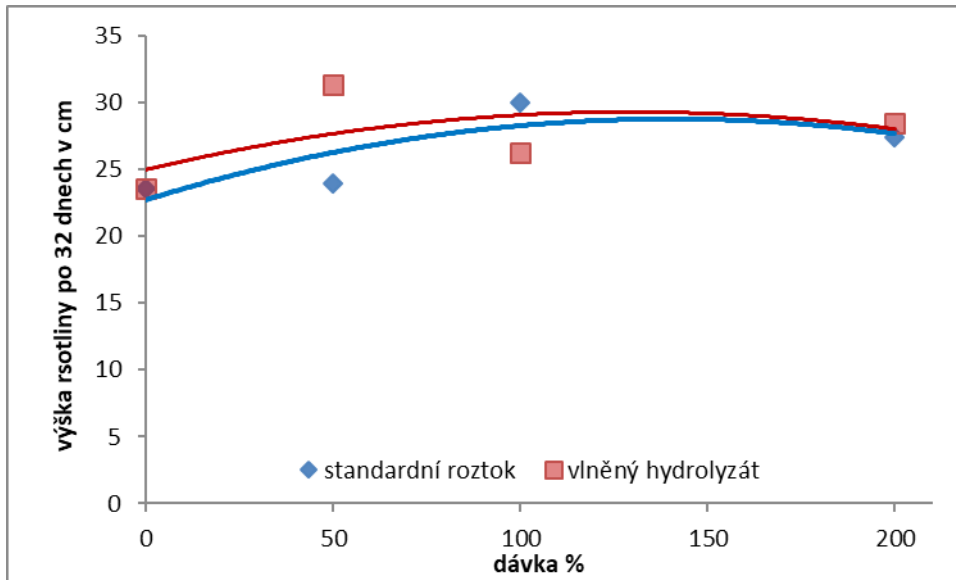
Růst hrachu - počet listů



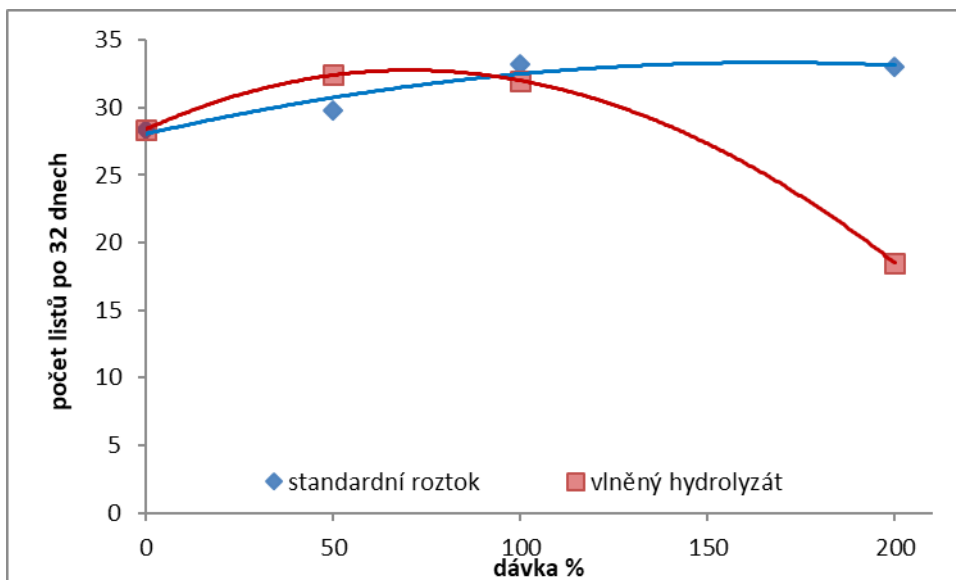
Obr. č. 18: Růst hrachu – počet listů

Z grafů růstu hrachu je viditelné, že výška a počet listů rostlin dosáhly měřitelné hodnoty 7 den od začátku experimentu. Všechny rostliny v rámci experimentu kvetly dle předpokladu, na rozdíl od pokusu s 200 % -ním vlněným hydrolyzátem, kde rostliny kvetly 12 dnů a poté se jejich růst výrazně zpomaloval až nakonec uhynuly. V tomto případě byla v hydrolyzátu vlny vyšší hladina dusíku, která omezuje hrachu příjem dusíku ze vzduchu, a proto rostliny postupně uhynuly. Rostliny s 200% hydrolyzátu vlny, po 28 dni uhynuly. Proto v grafu dále nepokračuje datová řada.

Pro porovnání rychlosti růstu hrachu v různých koncentracích použitých roztoků byl zvolen konec experimentu (32. den). Výsledky jsou shrnuty v následujících grafech (Obr. č. 19 a 20). Data jsou proložena polynomem pro lepší představu porovnání rychlosti růstu.



Obr. č. 19: Porovnání růstu hrachu – výška



Obr. č. 20: Porovnání růstu hrachu – počet listů

Z grafů porovnání vyplývá, že pokud se zvýší dávka roztoků, tak rostliny prospívají lépe. Tedy čím je vyšší dávka roztoků, tím rostliny rostou rychleji a mají větší počet listů.

Ovšem u vlněného hydrolyzátu situace růstu není tak jednoduchá. Z výsledných dat vyplývá, že vlněný hydrolyzát je účinnější jak standardní roztok, ale dávkovaný 50 %-ní roztok vlněného hydrolyzátu vede k extrémní výšce rostlin a počtu listů.

Pro posouzení celkového růstu hrachu po celé vegetační období nebylo možné provést dostatečně dlouhý experiment. Proto byla vyhodnocena kinetika růstu rostlin a poté na základě zjištěných dat byla provedena prognóza růstu do konce vegetačního období.

V zobrazení transformovaných souřadnicích, kde na vodorovné ose je převrácená hodnota času ve dnech a na svislé ose převrácena hodnota růstu (počet listů nebo výška rostlin), bylo zjištěno, že jsou experimentální data uspořádaná v přímce (koeficient determinace dosahuje průměrné hodnoty 0,99). Tato linearizace odpovídá Vickerstaffově kinetické závislosti, která se používá ve vybraných technických aplikacích. Pro další posouzení celkového růstu je důležité, že převrácená hodnota úseku na svislé ose je hodnotou, které proces dosáhne v rovnováze, v aplikaci na růst rostlin by bylo možné předpokládat dosažení této hodnoty na konci vegetačního období.

Výpočet kinetické závislosti dle vzorce:

$$C_t = K \cdot t \cdot c_\infty^2 / (K \cdot t \cdot c_\infty + 1)$$

Kde:

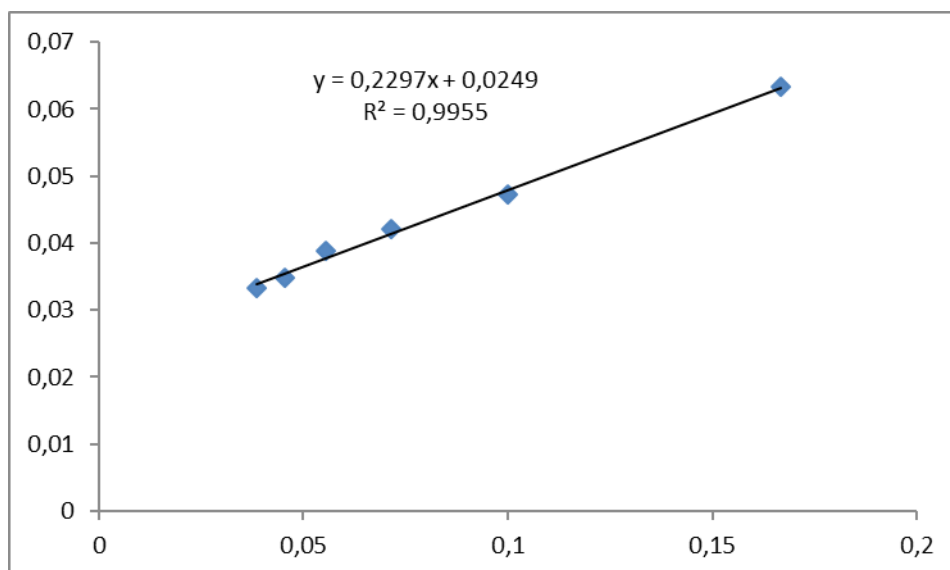
C_t je hodnota sledované veličiny v čase t

c_∞ je hodnota sledované veličiny v nekonečném čase

K je rychlostní konstanta

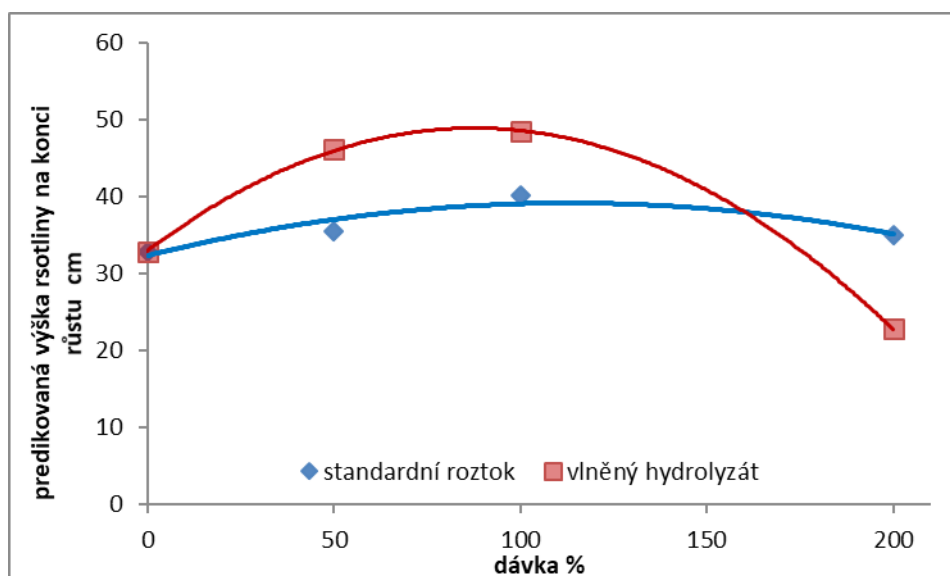
t je čas[25]

Na Obr. č. 21 lze vidět linearizaci, který zobrazuje průměrnou výšku rostlin v případě 100% roztoku.

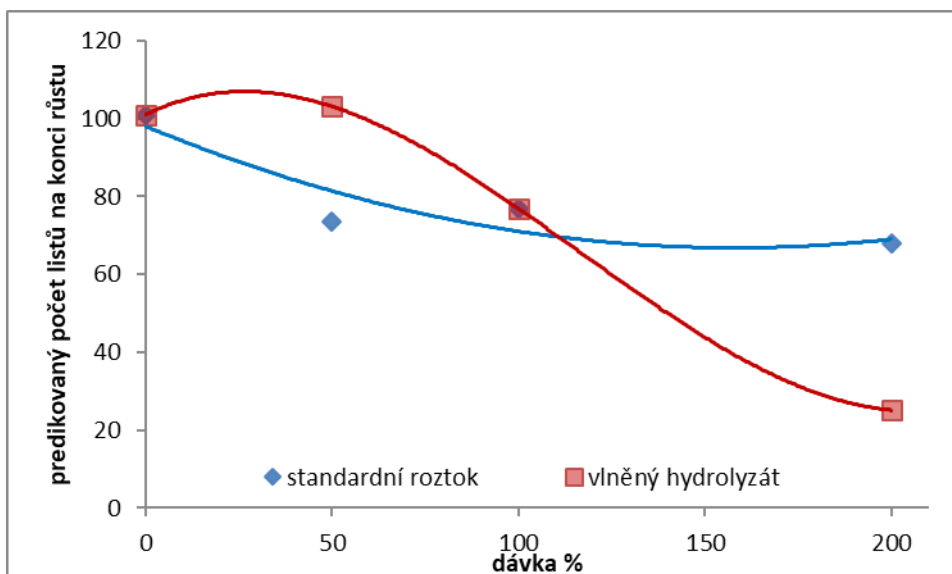


Obr. č. 21: Převrácená hodnota času a výšky

Zpracováním všech růstových křivek byly získány grafy(Obr. č. 22 a 23) predikující růst hrachu do konce vegetačního období.



Obr. č. 22: Predikovaný růst hrachu – výška



Obr. č. 23: Predikující růst hrachu – počet listů

Z grafů lze vyčíst, že vlněný hydrolyzát je výhodnější jak standardní roztok. Rostliny, které dostaly 50% a 100% dávku vlněného hydrolyzátu z optimální dávky hnojiva, vykazují mnohem výraznější růst jak rostliny, které byly úplně bez hnojiva nebo se standardním roztokem hnojiva.

Z výsledků je vidět, že vlněný hydrolyzát je kvalitní hnojivo a poskytuje rostlinám výživu, kterou čistě anorganické standardní hnojivo nedokáže nabídnout, k lepšímu růstu rostlin. Zajímavým faktem je, že 50% vlněný hydrolyzát, což je 50 % množství spočtené dávky potřebného hnojiva, poskytuje lepší výživu jak 100% vlněný hydrolyzát. Tímto lze říci, že hydrolyzát vlny lze dávkovat v malém množství.

Závěr

V rámci bakalářské práce bylo zjištěno, že hydrolyzát z vlněných vláken lze použít jako hnojivo rostlin. Experimentálně byla srovnávána rychlost růstu rostlin (hrách setý) jak v hydrolyzátu vlněných vláken, tak i v destilované vodě a v roztoku pro růst rostlin v doporučeném v literatuře („standardní roztok“).

V teoretické části se práce zabývá historií chovu ovcí ve světě a v ČR a zaměřuje se na postupné snižování stád ovcí, které mělo za následek podstatné snížení produkce vlny a její následný výkup. Další teoretická část práce je věnována popisu ovčí vlny, především vlněného vlákna, jeho morfologií a složením. Dále byly rozepsány vlastnosti, které jsou pro vlněné vlákno důležité. V další kapitole bylo zmíněno zpracování a využití ovčí vlny v ČR.

Poslední kapitola teoretické části je zaměřena na fáze růstu rostlin v hydroponickém pěstování rostlin, zejména hrachu setého. Velká pozornost je věnována chemickým prvkům, které rostliny potřebují ke svému růstu. V kapitole o hydroponii je popsán stručný postup pěstování rostlin ve vodném prostředí a jeho největší přednosti. Hlavním bodem této kapitoly je shromáždění informací potřebných pro realizaci hydroponie v laboratorních podmínkách. Nakonec byl vybrán hrách setý, jakožto vhodná rostlina pro laboratorní pokusy.

V experimentální části práce jsou popsány použité materiály, chemikálie a přístroje. Detailně je popsán způsob analýzy složení potní vlny. Rovněž zde naleznete popis přípravy hydrolyzátu vlny pomocí alkálie a modifikace hydrolyzátu pro účely hydroponického pěstování hrachu setého.

Příprava hydrolyzátu je velmi perspektivní výroba hnojiv, neboť dokáže plně nahradit standardní hnojiva určená k pěstování rostlin. Vzhledem k velmi malé poptávce po ovčí vlně, mající za následek její přebytek, jí mnoho zůstává nevyužito. My se tedy zaměříme na její využití v jiném, než textilním průmyslu.

Seznam zdrojů

- [1] Oko [online]. [cit. 2015-12-15]. Dostupné z: <http://oko.yin.cz/>
- [2] Fučík, F.: *Technická encyklopedie textilní*: Encyklopedie textilních hmot, svazek II., díl I. Ovčí vlna, srsti, chlupy a přediva příbuzná. Brno: Textilní ústav československý, 1948.
- [3] *Chov ovcí obecně, historie apod.* [online]. [cit. 2017-02-05]. Dostupné z: http://www.zootechnika.cz/clanky/chov-ovci/chov-ovci-obecne/chov-ovci-obecne_-historie-apod.html
- [4] Horák, F. A kol.: *Chováme ovce*: Praha: Nakladatelství Brázda, s.r.o., 2012. ISBN 9788020903907
- [5] *Svaz chovatelů ovcí a koz České republiky.* [online] [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: <http://www.schok.cz/pro-media>
- [6] Piller, P., Levinský, O.: *malá encyklopedie textilních materiálů*: Praha: 1982.
- [7] Hladík, V., Kozel, T., Miklas, Z.: *Textilní materiály*: 1984
- [8] Hladík, V. a kol.: *Textilní vlákna*: Praha 1970
- [9] KUČHTÍK, Jan. *Chov ovcí*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2007. ISBN 9788073750947
- Zušlechťování textilií.* [online]. [cit. 2017-02-28]. Dostupné z: <http://skolertextilu.cz/elearning/490/zaklady-textilnich-technologii/zuslechtovani-textilii>
- [10] Machaňová, D.: *Předúprava textilií II*: Technická univerzita Liberec: 2007
- [11] *Výkup vlny 2017.* [online] [cit. 2017-03-10]. Dostupné z: <http://www.vykupvlny.cz/vykup-vlny/>
- [12] *Výkup vlny.* [online] [cit. 2017-03-10]. Dostupné z: <http://www.merino.cz/vykup-ovci-vlny>
- [13] *Funkce ovčí vlny.* [online] [cit. 2017-03-11]. Dostupné z: <https://www.oveckarna.cz/funkce-ovci-vlny/>
- [14] *Vlna a její vlastnosti.* [online] [cit. 2017-03-10]. Dostupné z: <http://www.beskydskeovce.cz/?p=vlna-a-vyroby-z-vlny>
- [15] *Ovčí vlna.* [online] [cit. 2017-03-10]. Dostupné z: <http://www.guffoo.cz/textil-tul/index.php?nid=2634&lid=cs&oid=305069>
- [16] *Ovčí vlna – použití při zateplování stavebních konstrukcí.* [online] [cit. 2017-03-30]. Dostupné z: <http://www.izolace-info.cz/aktuality/?nid=20224-ovci-vlna-pouziti-pri-zateplovani-stavebnich-konstrukci.html#.WP50OWekLIU>

- [17] *Ovčí vlna ve stavebnictví*. [online] [cit. 2017-03-30]. Dostupné z: <http://www.svetbydleni.cz/ovci-vlna-ve-stavebnictvi>
- [18] DUCHOŇ, František, KYNČL, Jaroslav. *Hydroponie-pěstování rostlin v živných roztocích*. Státní pedagogické nakladatelství. Praha. 1965
- [19] *Růst rostlin*. [online] [cit. 2017-04-15]. Dostupné z: <http://www.biology.webz.cz/rust.php>
- [20] OPITZ, Karl-Heinz, Václav VĚTVIČKA, Jürgen STORK a György JANKOVICS. *Hydroponie-snadný způsob pěstování rostlin: nádherné pokojové rostliny pěstované bez půdy: rady pro výběr rostlin a nádob*. České vyd. 1. Praha: Jan Vašut, 2001, 63s. Jak na to
- [21] *Hrách setý (Pisum sativum L.)*. [online] [cit. 2017-04-15]. Dostupné z: <http://cit.vfu.cz/vegetabilie/plodiny/czech/hrach.htm>
- [22] *Hrách setý*. [online] [cit. 2017-04-15]. Dostupné z: <http://selgen.cz/agrotechnicka-doporuceni-2/hrach-sety/>
- [23] *Laboratoř chemických sanačních procesů*. [online] [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: <https://cxi.tul.cz/materialovy-vyzkum/oddeleni-nanomaterialu-v-prirodnich-vedach/laborator-chemickyh-sanacnich-procesu>
- [24] *Minerální výživa rostlin*. [online] [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: <http://slideplayer.cz/slide/4076163/>
- [25] Wang P. Y., Ma J. F.; *Dyes and Pigments, Vol. 37(1998) pp. 121-127*. [online] [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: [http://www.fibtex.lodz.pl/pliki/Fibtex_\(0zq027u71r28airo\).pdf](http://www.fibtex.lodz.pl/pliki/Fibtex_(0zq027u71r28airo).pdf)

Seznam obrázků

- Obr. č. 1: Jakost vlny v ovčím rounu[2]
- Obr. č. 2: Struktura vlněného vlákna[2]
- Obr. č. 3: vlněné vlákno pod mikroskopem[8]
- Obr. č. 4: Schéma rostliny v hydroponii
- Obr. č. 5: ICP-OES OPTIMA 2100 DV
- Obr. č. 6: Soxhletův extraktor
- Obr. č. 7: Horkovzdušný sterilizátor HS 62A
- Obr. č. 8 Vodní lázeň odpařovací vícemístná
- Obr. č. 9: Nerezový kelímek do vodní lázně
- Obr. č. 10 Laboratorní váha
- Obr. č. 11 Rozklad vlny
- Obr. č. 12: 1 den: hrách na navlhčené vatě
- Obr. č. 13: Hrách před zasazením
- Obr. č. 14: Vzorčky rostlin na okenním parapetu
- Obr. č. 15: 100% vlněný hydrolyzát
- Obr. č. 16: 200% vlněný hydrolyzát
- Obr. č. 17: Růst hrachu – výška rostlin
- Obr. č. 18: Růst hrachu – počet listů
- Obr. č. 19: Porovnání růstu hrachu – výška
- Obr. č. 20: Porovnání růstu hrachu – počet listů
- Obr. č. 21: Převrácená hodnota času a výšky
- Obr. č. 22: Predikovaný růst hrachu – výška
- Obr. č. 23: Predikující růst hrachu – počet listů

Seznam tabulek

Tabulka č. 1 Početní stavy ovcí v ČR v letech 1990-2014[4], [5]

Tabulka č. 2 Struktura plemen ovcí v ČR po roce 1990[4]

Tabulka č. 3 Plemena ovcí zapojená v KU v roce 2010 podle užitkových typů[4]

Tabulka č. 4 Produkce potní vlny v ČR[11]

Tabulka č. 5: Procentuální výsledky

Tabulka č. 6: Chemické složení potní vlny

Tabulka č. 7: Koncentrace roztoků

Tabulka č. 8: Rozklad vlny

Tabulka č. 9: Množství prvků v hydrolyzátu vlny a potřebné množství pro hydroponii

Tabulka č. 10: Faktory podmiňující pěstování rostlin hydroponicky[24]

Přílohy

Příloha č. 1: Výsledky měření výšky hrachu

Výška hrachu

Tabulka č. 1: Destilovaná voda

Doba růstu (dny)	Výška hrachu (cm)						
	A	B	C	D	E	průměr	
1	0	0	0	0	0	0	0
7	3,5	2	3	1,5	3	2,6	0,82
12	11	7	9	4	18	9,8	5,26
16	18	13	18	6	23	15,6	6,43
20	20,5	14,5	19	13,5	23,5	18,2	4,18
24	22	15	20	15	24	19,2	4,09
28	24,5	15,5	25	18	27,5	22,1	5,09
32	26	16	28	19	29	23,6	5,77

Tabulka č. 2: 50 % ní standardní roztok

Doba růstu (dny)	Výška hrachu (cm)						
	A	B	C	D	E	průměr	
1	0	0	0	0	0	0	0
7	4	3	4,5	1,5	3	3,2	1,51
12	12	11	16	7	8,5	10,9	3,47
16	17	15	22	10	13	15,4	4,5
20	19,5	18	25,5	12	13	17,6	5,45
24	21	21	27	14	14	19,4	5,5
28	24	23	28,5	16	14,5	21,2	5,35
32	26	24	29	17	16	21,6	5,68

Tabulka č. 3: 100 % ní standardní roztok

Doba růstu (dny)	Výška hrachu (cm)						
	A	B	C	D	E	průměr	
1	0	0	0	0	0	0	0
7	5	2,5	3	2,5	4	3,4	1,08
12	17	15	13	18	16	15,8	1,92
16	24	19	18	25	20	21,2	3,11
20	27	23	20,5	26	22,5	23,8	2,66
24	29	26	23	27	24	25,8	2,39
28	33	28,5	26	32	24,5	28,8	3,68
32	34	30	27	34	25	30	4,06

Tabulka č. 4: 200 % ní standardní roztok

Doba růstu (dny)	Výška hrachu (cm)						
	A	B	C	D	E	průměr	
1	0	0	0	0	0	0	0
7	4	4	3	3	2,5	3,3	0,67
12	17	15	18	14	13	15,4	2,07
16	23	20	26	18	20	21,4	3,13
20	25	21	27,5	19,5	20,5	22,7	3,4
24	26	22	29	22	21	23,8	3,39
28	30	26	31,5	22	21,5	26,2	4,54
32	32	28	33	22	22	27,4	5,27

Tabulka č. 5: 50 % ní hydrolyzát vlny

Doba růstu (dny)	Výška hrachu (cm)						
	A	B	C	D	E	průměr	
1	0	0	0	0	0	0	0
7	3	3,5	4	3	2,5	3,2	0,57
12	18	14	13	17	16	15,6	2,07
16	22	20	18	24	23	21,4	2,4
20	25	24	19,5	28	32	25,7	4,66
24	27	26	21	30	40	28,8	7,05
28	28	27,5	24	32,5	40	30,4	6,16
32	29	29	25	34	40	31,4	5,77

Tabulka č. 6: 100 % ní hydrolyzát vlny

Doba růstu (dny)	Výška hrachu (cm)						
	A	B	C	D	E	průměr	
1	0	0	0	0	0	0	0
7	4,5	3	3	2,5	2,5	3,1	0,82
12	13	14	7	14	14,5	12,5	3,12
16	17	18	10	22	20	17,4	4,56
20	20	20,5	14	23	20,5	19,6	3,34
24	22	20	17	24	21	20,8	2,59
28	24,5	25	19	25	21,5	23	2,67
32	26	28	21	29	22	25,2	3,56

Tabulka č. 7: 200 % ní hydrolyzát vlny

Doba růstu (dny)	Výška hrachu (cm)						
	A	B	C	D	E	průměr	
1	0	0	0	0	0	0	0
7	4	3	3	3	1,5	2,9	0,89
12	13	9,5	11	11,5	2,5	9,5	4,1
16	19	13	16	17	3	13,6	6,31
20	20	15	16,5	19	3	14,7	6,83
24	21	16	17	20	3	15,4	7,23
28	21	16	17	20	3	15,4	7,23
32	0	0	0	0	0	0	0

Příloha č. 2: Výsledky měření počtu listů

Počet listů

Tabulka č. 8: Destilovaná voda

Doba růstu (dny)	Počet listů						
	A	B	C	D	E	průměr	
1	0	0	0	0	0	0	0
7	1	1	1	1	1	1	0
12	10	8	8	4	10	8	2,45
16	16	12	13	7	16	12,8	3,7
20	20	16	16	12	18	16,4	2,97
24	24	18	20	16	22	20	3,16
28	28	22	24	22	26	24,4	2,61
32	32	24	28	28	30	28,4	2,97

Tabulka č. 9: 50% standardní roztok

Doba růstu (dny)	Počet listů						
	A	B	C	D	E	průměr	
1	0	0	0	0	0	0	0
7	1	1	1	1	1	1	0
12	8	8	8	8	10	8,4	0,89
16	14	16	16	16	16	15,6	0,89
20	18	22	20	22	17	19,8	2,28
24	22	26	24	26	18	23,2	3,35
28	28	27	26	28	19	25,6	3,78
32	33	28	28	30	20	27,8	4,82

Tabulka č. 10: 100% standardní roztok

Doba růstu (dny)	Počet listů						
	A	B	C	D	E	průměr	
1	0	0	0	0	0	0	0
7	1	1	1	1	1	1	0
12	16	12	12	14	12	13,2	1,79
16	19	16	16	18	16	17	1,41
20	26	20	20	24	18	21,6	3,29
24	32	24	24	26	20	25,2	4,38
28	36	28	28	32	24	29,6	4,56
32	38	30	32	38	28	33,2	4,6

Tabulka č. 11: 200% standardní roztok

Doba růstu (dny)	Počet listů						
	A	B	C	D	E	průměr	
1	0	0	0	0	0	0	0
7	1	1	1	1	1	1	0
12	10	8	12	10	8	9,6	1,67
16	18	16	20	18	16	17,6	1,67
20	24	20	26	18	20	21,6	3,29
24	27	24	30	18	22	24,2	4,6
28	34	30	34	0	24	24,4	14,24
32	38	32	38	0	24	26,4	15,84

Tabulka č. 12: 50% hydrolyzát vlny

Doba růstu (dny)	Počet listů						
	A	B	C	D	E	průměr	
1	0	0	0	0	0	0	0
7	1	1	1	1	1	1	0
12	12	10	10	12	6	10	2,45
16	19	16	14	18	10	15,4	3,58
20	24	20	18	24	18	20,8	3,03
24	28	23	20	28	28	25,4	3,71
28	32	28	24	32	29	29	3,32
32	36	32	28	36	30	32,4	3,58

Tabulka č. 13: 100% hydrolyzát vlny

Doba růstu (dny)	Počet listů						
	A	B	C	D	E	průměr	
1	0	0	0	0	0	0	0
7	1	1	1	1	1	1	0
12	10	10	8	10	12	10	1,41
16	16	16	14	16	18	16	1,41
20	20	20	28	20	22	22	3,46
24	24	24	38	24	26	27,2	6,1
28	28	28	46	28	28	31,6	8,05
32	32	32	50	34	30	35,6	8,17

Tabulka č. 14: 200% hydrolyzát vlny

Doba růstu (dny)	Počet listů						
	A	B	C	D	E	průměr	
1	0	0	0	0	0	0	0
7	1	1	1	1	1	1	0
12	8	8	10	8	1	7	3,46
16	15	15	16	15	1	8	6,39
20	16	16	17	16	1	13,2	6,83
24	18	18	18	18	1	14	7,6
28	20	18	18	18	1	15	7,87
32	0	0	0	0	0	0	0

Seznam tabulek příloh

Tabulka č. 1: Destilovaná voda

Tabulka č. 2: 50 % ní standardní roztok

Tabulka č. 3: 100 % ní standardní roztok

Tabulka č. 4: 200 % ní standardní roztok

Tabulka č. 5: 50 % ní hydrolyzát vlny

Tabulka č. 6: 100 % ní hydrolyzát vlny

Tabulka č. 7: 200 % ní hydrolyzát vlny

Tabulka č. 8: Destilovaná voda

Tabulka č. 9: 50% standardní roztok

Tabulka č. 10: 100% standardní roztok

Tabulka č. 11: 200% standardní roztok

Tabulka č. 12: 50% hydrolyzát vlny

Tabulka č. 13: 100% hydrolyzát vlny

Tabulka č. 14: 200% hydrolyzát vlny