

Bioaktivní alginátové systémy s *Aloe vera*

Sologub Kristina

Bakalářská práce
2025



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

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

Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Kristina Sologub
Osobní číslo: T22109
Studijní program: B0711A130009 Materiály a technologie
Specializace: Biomateriály a kosmetika
Forma studia: Prezenční
Téma práce: Bioaktivní alginátové systémy s *Aloe vera*

Zásady pro vypracování

I. Teoretická část:

Vypracujte literární rešerši zaměřenou na přírodní bioaktivní látky, soustředte se na rostlinu *Aloe vera*, její složení, vlastnosti a léčebné účinky.

Dále se věnujte možnostem inkorporace těchto látek do biopolymerních materiálů, za účelem zhodnocení významu v průmyslových aplikacích.

II. Praktická část:

V praktické části připravte vzorky na bázi alginátu a *Aloe vera* a zhodnotte vliv přidavku této přírodní aktivní látky na výsledné fyzikálně-chemické a antioxidační vlastnosti.

Provedte kritické zhodnocení dosažených výsledků a stanovte závěry.

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

Seznam doporučené literatury:

- [1] Siddiqui, S. A., Khan, S. a kol. Phytochemicals and bioactive constituents in food packaging – A systematic review. *Heliyon* 2023, 9, e21196.
- [2] Manvita, K., Bidya, B. Aloe vera: a wonder plant its history, cultivation and medicinal uses. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 2014, 2, 85-88.
- [3] Dinuki, M. S., Raphael, B. a kol. A low-cost, antimicrobial aloe-alginate hydrogel film containing Australian First Nations remedy "lemon myrtle oil" (*Backhousia citriodora*) – Potential for incorporation into wound dressings. *Heliyon* 2024, 10, e37516.
- [4] Kotcharat, P., Chuysinuan, P. a kol. Enhanced performance of Aloe vera-incorporated bacterial cellulose/polycaprolactone composite film for wound dressing applications. *Journal of Polymers and the Environment* 2022, 30, 1151-1161.
- [5] Monzón-Ortega, K., Salvador-Figueroa, M. a kol. Characterization of Aloe vera-chitosan composite films and their use for reducing the disease caused by fungi in papaya Maradol. *Journal of Food and Scientific Technology* 2018, 55, 4747-4757.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Jana Sedlaříková, Ph.D.**
Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky

Datum zadání bakalářské práce: **17. února 2025**
Termín odevzdání bakalářské práce: **16. května 2025**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

Ing. Lucie Urbánková, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění bez ohledu na výsledek obhajoby;
- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- jedno vyhotovení bakalářské práce v listinné podobě bude ponecháno Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně k uložení;
- 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 mohu užít 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(a) samostatně a použitou literaturu jsem řádně citoval(a); v případě publikace výsledků budu uveden(a) jako spoluautor;
- odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne

.....

podpis autora

ABSTRAKT

V rámci bakalářské práce byly připraveny a charakterizovány alginátové filmy s různým podílem *Aloe vera*, bez a s využitím různých typů síťovacích činidel. Přídavek aloe způsobil snížení tahové pevnosti a elasticity polymerních filmů. Zároveň došlo ke zvýšení antioxidační aktivity, která byla ještě umocněna u vzorků s obsahem vitamínu C. Inkorporace aloe do alginátové matrice dále zlepšila botnací schopnost zesíťovaných polysacharidových filmů, přičemž nejlepší vlastnosti vykazovaly vzorky se složením aloe/alginát v poměru 75/25. Bylo také prokázáno, že aloe zvyšuje hydrofilitu filmů a schopnost materiálu zadržovat vlhkost.

Klíčová slova: Alginát, *Aloe vera*, antioxidační aktivita, botnání, filmy, zesíťování.

ABSTRACT

As part of the bachelor's thesis, alginate films with the addition of *Aloe vera*, without and with the use of various types of crosslinking agents were prepared and characterized. The addition of aloe caused a decrease in tensile strength and elasticity of polymer films. There was also an increase in antioxidant activity, which was further enhanced in samples containing vitamin C. The incorporation of aloe into the alginate matrix further improved the swelling ability of crosslinked polysaccharide films, with samples composed of 75/25 aloe/alginate showing the best properties. It was also shown that aloe not only increases the hydrophilicity of the films but also the ability of the material to retain moisture.

Keywords: Alginate, *Aloe vera*, antioxidant activity, swelling, films, crosslinking.

Ráda bych vyjádřila upřímné poděkování své vedoucí, docentce Janě Sedlaříkové, jejíž podpora a nasměrování velmi ovlivnilo proces psaní této práce. S Vaší pomocí jsem si osvojila nejen teoretické aspekty, ale získala i praktické dovednosti. Ráda bych Vám poděkovala za Vaši trpělivost a pochopení. Vaše aktivní podpora mě podnítila k produktivní práci. Vážím si času, který jste mi věnovala, protože při práci se zahraničními studenty mohou nastat potíže, jsem Vám vděčná za Vaši pomoc a vysvětlení souvislostí, kterým jsem nerozuměla.

Studium na vysoké škole mi přineslo nejen spoustu příjemných zážitků, ale i mnohá úskalí. Tyto chvíle se někdy zdály nepřekonatelné, ale vždy byl vedle mě můj přítel Karen, jehož podpora se pro mě stala tou nejdůležitější. Věřil ve mě, i když jsem pochybovala o svých schopnostech, a jeho důvěra mi pomohla jít dál. Vyjadřuji upřímnou vděčnost svým rodičům, kteří se stali základem mého rozvoje, kteří mě nasměrovali na tuto cestu. Jejich bezpodmínečná láska a podpora po celou tuto dobu byla mou hnací silou v nejtěžších chvílích. Nejen, že mi věřili, ale také mi pomáhali překonat všechny překážky na cestě, byli ode mě sice dost daleko, ale zároveň mi dávali pocit, že jsou vedle mě tady v jiné zemi. Díky nim jsem se naučila dávat si cíle, jít vždy až do konce, ať se děje cokoli, přes všechny potíže, aniž bych se jich bála. Pomáhali mi nejen po celou dobu studia, ale také během zpracování mé bakalářské práce, pro niž jsme společně s nimi pěstovali rostlinu *Aloe vera*. Doufám, že naplním jejich očekávání a učiním je hrdými na mé úspěchy. Děkuji vám za vše, co jste pro mě udělali!

OBSAH

ÚVOD.....	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 ROSTLINA ALOE.....	13
1.1 HISTORIE	13
1.2 DRUHY ALOE	14
1.2.1 <i>Aloe pravá (Aloe vera, syn. Aloe barbadensis)</i>	14
1.2.2 <i>Aloe stromovitá (Aloe arborescens)</i>	15
1.2.3 <i>Aloe rozsochatá (Aloe dichotoma)</i>	15
1.2.4 <i>Aloe aristata</i>	16
1.2.5 <i>Aloe variegata</i>	17
1.3 CHARAKTERISTIKA <i>ALOE VERA</i>	17
1.4 SLOŽENÍ <i>ALOE VERA</i>	19
1.4.1 Sacharidy	19
1.4.2 Acemanan.....	20
1.4.3 Glukomanan	20
1.4.4 Homonataloin	21
1.4.5 Antrachinony	22
1.4.6 Aloe-emodin.....	22
1.4.7 Aloin.....	23
1.4.8 Antioxidanty.....	24
1.4.9 Enzymy	24
1.4.10 Další biologicky aktivní látky	24
1.5 PĚSTOVÁNÍ <i>ALOE VERA</i>	24
2 VYUŽITÍ <i>ALOE VERA</i>.....	26
2.1 KOSMETIKA.....	26
2.2 POTRAVINÁŘSTVÍ.....	28
2.3 LÉKAŘSTVÍ.....	28
3 <i>ALOE VERA</i> V POLYMERNÍCH NOSIČÍCH.....	30
3.1 POLYMERNÍ MATERIÁLY	30
3.2 NOSIČE S <i>ALOE VERA</i> – SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	32
II PRAKTICKÁ ČÁST	36
4 CÍLE PRÁCE	37
5 MATERIÁL A PŘÍSTROJE.....	38
5.1 POUŽITÉ CHEMIKÁLIE.....	38
5.2 POUŽITÉ PŘÍSTROJE A POMŮCKY	38
6 METODIKA STANOVENÍ.....	40
6.1 PŘÍPRAVA FILMŮ NA BÁZI ALGINÁTU SODNÉHO A <i>ALOE VERA</i>	40

6.1.1	Příprava 1% roztoku <i>Aloe vera</i>	40
6.1.2	Příprava 1,5 % roztoku alginátu sodného.....	40
6.1.3	Příprava filmů.....	40
6.2	ZESÍŤOVÁNÍ FILMŮ	40
6.3	CHARAKTERIZACE FILMŮ	41
6.3.1	Vlhkost filmů.....	41
6.3.2	Botnací kapacita	41
6.3.3	Měření smáčivosti	42
6.3.4	Stanovení antioxidační aktivity	43
6.3.5	Stanovení propustnosti	44
6.3.6	Mechanické zkoušky	45
6.3.7	Kolorimetrické stanovení	45
7	VYSLEDKY A DISKUSE.....	47
7.1	VIZUÁLNÍ HODNOCENÍ FILMŮ	47
7.1.1	Tloušťka filmů.....	49
7.2	OBSAH VLNKOSTI	50
7.3	BOTNACÍ KAPACITA.....	51
7.4	SMÁČIVOST FILMŮ.....	54
7.5	ANTIOXIDAČNÍ AKTIVITA	56
7.6	STANOVENÍ PROPUSTNOSTI PRO VODNÍ PÁRY	58
7.7	MECHANICKÉ ZKOUŠKY	60
7.8	KOLOMETRICKÉ STANOVENÍ.....	62
7.9	DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ.....	63
	ZÁVĚR.....	67
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	69
	SEZNAM OBRÁZKŮ	78
	SEZNAM TABULEK.....	80
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	81
	SEZNAM PŘÍLOH.....	82

ÚVOD

Přírodní bioaktivní látky získávané z rostlin, mikroorganismů a živočichů jsou předmětem velkého zájmu při vývoji nových aditiv do biopolymerních nosičů. Tyto látky vykazují různé farmakologické účinky a mohou výrazně zvýšit funkčnost a účinnost biopolymerů, jako je chitosan, alginát nebo škrob. Inkorporace přírodních bioaktivních složek může významně ovlivnit proces biodegradace, a zvýšit antimikrobiální a antioxidační vlastnosti výsledných biopolymerních systémů. Například polyfenoly extrahované z rostlinných materiálů mohou chránit média před oxidačním stresem, zatímco esenciální oleje fungují jako přírodní konzervační látky a prodlužují tak životnost produktu.

Kombinace biopolymerních nosičů s bioaktivními látkami navíc představuje vysoký potenciál ve vývoji inovativních systémů podávání léčiv a dalších aktivních látek, což otevírá nové perspektivy ve zpracování a využití přírodních zdrojů. Výzkum v této oblasti slibuje nejen zlepšení stávajících technologií, ale také ochranu životního prostředí a podporu udržitelného rozvoje.

Mezi významné přírodní bioaktivní látky se řadí *Aloe vera*, která je díky svému jedinečnému složení vitaminů, minerálů, aminokyselin a enzymů široce používána v různých kosmetických přípravcích pro péči o pleť i vlasy, a také při léčbě různých onemocnění. Aloe je bohatá na antioxidační látky, aloiny a polysacharidy. Výtažky z *Aloe vera* lze použít jako přírodní přísady do biopolymerních matic a zajistit tak zlepšení jejich antimikrobiálních a protizánětlivých vlastností. Při použití rostliny *Aloe vera* v kosmetických a farmaceutických přípravcích lze využít synergického efektu s dalšími aktivními látkami, který umocňuje terapeutický účinek. Například vitaminy B a E společně posilují účinky aloinu, který umožňuje efektivněji udržovat zdraví pokožky a zlepšovat regeneraci a hojení.

Aloe vera navíc přispívá ke stabilizaci biopolymerních materiálů a prodloužení jejich trvanlivosti. Integrace *Aloe vera* do biopolymerních systémů tak otevírá nové obzory pro vývoj ekologicky šetrných a účinných materiálů v různých průmyslových odvětvích, včetně farmacie, kosmetiky a obalových technologií.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ROSTLINA ALOE

Aloe je vytrvalá sukulentní rostlina pocházející z oblastí severní Afriky, Arabského poloostrova a Kanárských ostrovů, jejíž historie sahá až do starověku. Díky blahodárným účinkům pro zdraví a pleť přitahuje tato rostlina pozornost různých odvětví průmyslu, včetně kosmetologie a stomatologie. Existuje mnoho druhů aloe, z nichž každý má své specifické vlastnosti a použití. Peče zahrnuje nejen pravidelnou zálivku, ale také dodávání potřebných živin, které zajistí zdravý růst [1],[2].

1.1 Historie

Aloe je rostlina s bohatou historií sahající až do starověku, kdy byla ceněna nejen jako léčivá látka, ale také jako důležitá složka pro péči o pleť. Díky svým léčivým vlastnostem se v průběhu staletí aloe stala nedílnou součástí tradiční medicíny. První zmínky lze nalézt ve starověkých spisech civilizace Sumerů, které popisují její použití k léčbě ran a popálenin. Staroegyptská společnost také hojně využívala aloe k léčebným účelům, což dokládají vyobrazení na stěnách egyptských chrámů a pyramid [1],[2].

Název pochází z arabského slova „Alloeh“, což znamená „zářící hořká látka“, zatímco „vera“ v latině znamená „pravý“. Před 2000 lety považovali řeční vědci rostlinu *Aloe vera* za univerzální všelék. Egypťané nazývali „rostlinou nesmrtelnosti“. Arabové považovali aloe pro její odolnost vůči suchu a nenáročnost za symbol trpělivosti. Hodnota spočívá nejen v kráse této zajímavé rostliny, ale také ve schopnosti zlepšit trávení a stimulovat vylučování žluči v těle. Aloe byla popsána jako léčivá rostlina ve spisech perského vědce Avicenny, jehož práce hovoří o širokém využití šťávy z aloe v medicíně a farmakologii. Kondenzovaná ztužená šťáva z této rostliny se nazývá sabur (což v arabštině znamená trpělivost), přičemž tento název se zachoval dodnes. Vzhledem se jedná o pevnou, křehkou látku černohnědé barvy se slabým zápachem a extrémně hořkou chutí, která se od starověku široce používá jako lék [1],[2].

Další historické poznatky o aloe pocházejí z doby Alexandra Velikého (356 – 323 př. n. l), kdy se na něj obrátil jeho učitel Aristoteles s žádostí o dobytí ostrova Sokotra v Indickém oceánu. Důvodem tohoto neobvyklého požadavku byla právě aloe, kterou pěstovali obyvatelé ostrova, a jejíž listy hojně používali k léčbě ran a jiných nemocí. Alexandr Veliký splnil učitelův požadavek a od té doby se pěstování aloe stalo monopolem Řeků, kde byla využívána pro hojení ran, zpomalení vypadávání vlasů, čištění žluči a léčbě žloutenky, jako lék na popáleniny a nádory, nebo pro navození a zlepšení spánku [1],[2],[3].

Po naříznutí listů aloe vytéká hustá čirá šťáva, která se může za účelem dlouhodobého skladování sušit na prášek. První informace o léčivých účincích sušené šťávy z *Aloe vera* byly zaznamenány řeckým lékařem Dioscoridem (asi 78 n.l.), který popisuje jeho význam při úlevě od mnoha bolestivých stavů.

1.2 Druhy aloe

Aloe se může přirozeně vyskytovat ve formě keřů, vytrvalých bylin, lián nebo i stromů. Pro tuto rostlinu jsou vhodné horké a suché části jižní a východní Afriky, oblasti Madagaskaru a Arabského poloostrova. Díky příznivým klimatickým podmínkám existuje až 500 různých druhů z čeledi aloe, včetně pokojových rostlin.

1.2.1 *Aloe pravá (Aloe vera, syn. Aloe barbadensis)*

Tento druh se vyznačuje zelenošedými mečovitými listy. Listová čepel je hladká, šťavnatá a masitá, na okrajích zakončená dlouhými (až 45 cm) ostrými ostny, silnými až 10 cm. Díky uzavření pórů a zadržování vlhkosti uvnitř listů má rostlina jedinečnou schopnost přežít v horkých podmínkách s nedostatkem vody. Mladé listy rostliny jsou umístěny uprostřed a na vnější straně jsou obklopeny zralými, kožovitými listy, vytvářejí tak růžici, dosahující průměru až 85 cm. Květy jsou trubkovité, oranžové nebo žlutooranžové barvy. *Aloe vera* má silné a krátké stonky se špatně vyvinutým kořenovým systémem a dosahuje výšky až 1 m. (Obr. 1) [2],[4].



Obrázek 1 Rostlina *Aloe vera*

(zdroj: vlastní)

1.2.2 *Aloe stromovitá (Aloe arborescens)*

Tato rostlina roste v dobře odvodněné půdě s dostatkem světla, což odráží její přizpůsobivost suchým podmínkám. Rostlina preferuje jasné světlo a mírnou zálivku, díky čemuž je ideální pro domácí pěstování, přemokření květiny může být škodlivé pro její zdraví. Listy jsou hladké, zelenavě namodralé barvy se silnými zuby podél okraje listu, až 60 cm dlouhé, až 5 cm široké. Rostlina se pyšní šestičetnými jasně červenými nebo oranžovými květy o velikosti až 5 cm, shromážděnými v hroznech (Obr. 2). Přirozeným prostředím je Jižní Afrika, Zimbabwe, Malawi. Květy přitahují včely a další opylovače a podporují tak biologickou rozmanitost. Šťáva a výtažky z této rostliny se aktivně používají v lékařství k posílení imunitního systému, hojení ran a léčbě kožních onemocnění. Dále je ceněna pro schopnost tišit záněty a celkově zlepšovat stav pokožky [4],[5].



Obrázek 2 Rostlina *Aloe arborescens*

(zdroj: [6])

1.2.3 *Aloe rozsochatá (Aloe dichotoma)*

Tento „toulcový“ strom má charakteristický rozeklaný kmen a je jedním z nejvyšších druhů aloe, dosahující v přírodě výšky až 9 metrů (Obr. 3). Lidové označení pochází z dob, kdy byly větve domorodci využívány pro výrobu toulců na šípy. Listy jsou čárkovitě kopinaté, zelenavě namodralé, s malými zoubky na okrajích, dosahující délky 35 cm. Květenství jsou žlutá, rozvětvená. *Aloe dichotoma* má vysokou úroveň tolerance k suchým podmínkám, díky čemuž je ideální rostlinou pro pouštní a polopouštní oblasti. Její listy uchovávají vodu a mohou ji využívat po dlouhou dobu, což rostlině umožňuje přežít i nejtěžší období sucha. Díky tomu jsou exempláře sbírané ve volné přírodě cenné pro zahradníky a zahradní architekty, kteří chtějí vytvořit jedinečné zelené plochy s rostlinami odolnými vůči klimatu. Vzhledem k pevnosti a odolnosti dřeva se tato rostlina často používá pro stavbu [7].

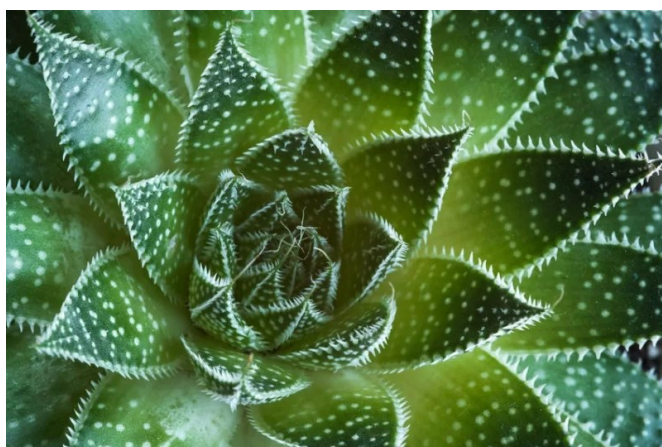


Obrázek 3 Rostlina *Aloe dichotoma*

(zdroj: [8])

1.2.4 *Aloe aristata*

Aloe aristata je kompaktní sukulentní rostlina pocházející z Jižní Afriky. Zdobí ji jasně zelené masité listy s bílými skvrnami a složitě zubatými okraji ve tvaru růžice, které mohou dosahovat šířky 2 – 3 cm a délky až 15 cm (Obr. 4). *Aloe aristata* preferuje slunná místa, ale dokáže se přizpůsobit i polostínu. Rostlina vyžaduje mírné zalévání, jelikož její listy jsou schopné ukládat vodu, takže je ideální pro pěstování v podmínkách s nízkou vlhkostí. Tento druh rostliny kvete jasně oranžovými nebo černými květy, které jsou shromážděny v květenstvích na dlouhých stopkách [1],[9],[10].



Obrázek 4 Rostlina *Aloe aristata*

(zdroj: [11])

1.2.5 *Aloe variegata*

Aloe variegata, známá jako sokolí pero, přitahuje pozornost svým jedinečným vzhledem díky světlým, vzorovaným listům, které jsou zajímavou kombinací zelené a bílé (Obr. 5). Tyto listy rostou v růžici a mohou dosáhnout délky až 30 cm. *Aloe variegata* kvete na jaře zářivými, trubkovitými květy červené nebo oranžové barvy na dlouhých stopkách. Zalévání by mělo být mírné, aby substrát mezi zálivkami vyschl, protože přebytková vlhkost může vést k uhnívání kořenů [1],[12],[13].



Obrázek 5 Rostlina *Aloe variegata*

(zdroj: [14])

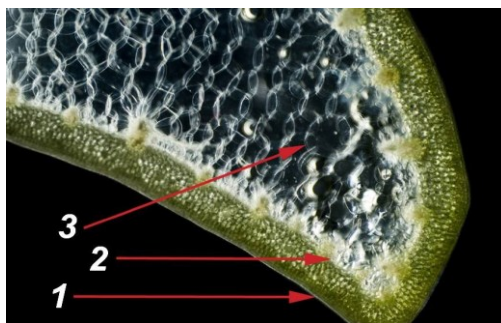
1.3 Charakteristika *Aloe vera*

Aloe vera (botanický název *Aloe barbadensis miller*) patří do čeledi liliovitých – *Asphodelaceae* (*Liliaceae*). Jedná se o keřovitou nebo stromovitou, xerofytní, šťavnatou, zelenou rostlinu, řadící se mezi trvalky. Roste především v suchých oblastech Afriky, Asie, Evropy, Ameriky, ale také Indie, a to konkrétně v Rádžasthánu, Ándhrapraděše, Gudžarátu, Maháráštry a Tamilnádu [2],[15].

Tato rostlina má vzpřímené, masité, dlouhé listy obsahující velké množství vody a také zásobu buněčné mízy, která má viskózní konzistenci. Listy s lesklou slupkou, na okrajích zdobené tvrdými ostny nebo trny, rostou v růžicích, někdy dosahují délky až 90 cm a hmotnosti až 3 tuny. Aby rostlina přežila nepříznivé podmínky, listy aloe jsou schopny uzavřít své póry, čímž se sníží množství odpařované vody. Bylo vědecky prokázáno, že z 1 dm² povrchu listu aloe se odpaří 0,16 g vody za den. Pokud je odstraněna slupka s voskovým povlakem, ze stejné plochy se za den odpaří 2,5 g vody. Voda je v listech zakonzervována, což umožní rostlině zachovat živiny a zůstat zelená po dlouhou dobu ve sluncem spálené poušti [10].

List se skládá ze tří vrstev: vnitřní část obsahuje lehký gel, který je z 99,5 % tvořen vodou, zbytek tvoří glukomanany, aminokyseliny, lipidy, steroly a vitaminy. Střední vrstva obsahuje hořkou žlutou šťávu, která obsahuje antrachinony a glykosidy. Vnější vrstva listů o tloušťce 15 – 20 buněk (zvaná také kůra) má ochrannou funkci, jsou v ní syntetizovány sacharidy a bílkoviny. Uvnitř kůry se nacházejí cévní vazy zodpovědné za transport vody, který probíhá v xylému a škrobu probíhající ve floému, čepele listů jsou zdobeny průduchy, obklopené buňkami (Obr. 6). Tkáň chlorofylu, umístěná v blízkosti epidermis, poskytuje fotosyntetickou aktivitu, která umožňuje rostlině přeměňovat sluneční energii na chemickou energii, tzn. že může růst i v omezených světelných podmínkách. Uvnitř listů jsou idioblasty obsahující krystaly šťavelanu vápenatého, které rostlinu chrání a zadržují v ní vlhkost. Kolaterální svazky s floémem, nacházející se v listu aloe, jsou zodpovědné za transport živin a vody. Floém hraje klíčovou roli při zajišťování všech nezbytných zdrojů, které jsou důležité pro její růst a život. Aloinové buňky obsahující deriváty anthracenu dodávají *Aloe vera* její známé léčivé vlastnosti. Sloučeniny anthracenu mají antibakteriální a protizánětlivé vlastnosti, díky čemuž je rostlina *Aloe vera* oblíbenou složkou různých lékařských a kosmetických produktů [2],[16],[17],[18],[21].

Květy se vyvíjejí v paždí listů, dosahují délky 3–5 cm a průměru 1 cm, tvoří květenství různých odstínů: od červené a žluté po bílou. Plody aloe mají charakteristický tvar a objevují se ve formě lusků obsahujících malá semena. Po dozrání tyto plody praskají a mohou uvolnit semena na značnou vzdálenost, což pomáhá rostlině kolonizovat nová území a přizpůsobit se různým podmínkám prostředí. Semena *Aloe vera* mají zvýšenou odolnost vůči vnějším vlivům, což přispívá k jejich úspěšnému klíčení i v podmínkách nedostatku vláhy [10],[19].



Obrázek 6 Anatomická stavba listů *Aloe vera*: 1 - Epidermis, pokrytá silnou vrstvou vosku, 2 - aloinové buňky obklopující cévy floému, 3 – buňky s nahromaděným hlenem a vodou

(zdroj: [17],[20])

1.4 Složení *Aloe vera*

Listy a výhonky, stejně jako šťáva z *Aloe vera*, obsahují antraglykosidy (aloin, aloe-emodin, nataloyl, rabarberon, homonataloin), dražší sliznici a zvyšují motilitu střev.

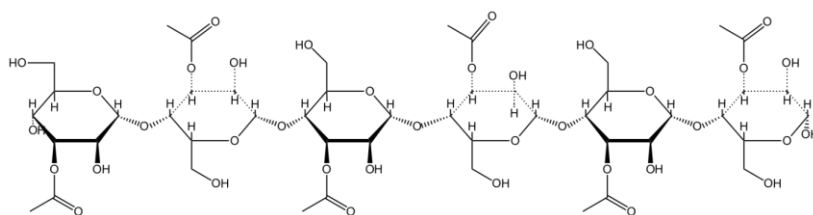
Analýza složení *Aloe vera* prokázala jedinečnou schopnost zadržovat vlhkost, což je způsobeno jejím vysokým obsahem vody (až 99–99,5 %). Pevný podíl činí pouze 0,5–1 % a obsahuje až 75 účinných látek, zahrnující 55 % polysacharidů, 17 % cukrů, 7 % bílkovin, 4 % lipidů, 16 % minerálních látek, 1 % fenolických sloučenin a různé vitaminy, jako jsou vitaminy B, A, C, E, cholinu, kyseliny listové, betakarotenu, dále pak minerály jako vápník, chrom, měď, draslík, fosfor, sodík, hořčík, zinek, které jsou nezbytné pro normální fungování různých enzymatických procesů [4],[18],[21],[22].

1.4.1 Sacharidy

Aloe vera gel je bohatý na monosacharidy (glukózu a fruktózu) a polysacharidy, zejména mukopolysacharidy glukomanany a polymanozu. Nejznámějším je manóza-6-fosfát, nejběžnějším polysacharidem je beta-1,4-acetylovaný manan neboli acemannan. Mukopolysacharidy při zevní aplikaci pomáhají zadržovat vlhkost v pokožce a změkčují ji prostřednictvím interakce s jejich povrchovými exfoliačními buňkami. Při ošetření suché pokožky způsobené pracovními podmínkami zlepšilo používání rukavic napuštěných šťávou z *Aloe vera* celistvost pokožky, zamezilo vzniku jemných vrásek a snížilo výskyt erytému. Nedávno byl z *Aloe vera* izolován alprogen, glykoprotein s antialergickými vlastnostmi, a nové protizánětlivé činidlo C-glykosylchromon. Alprogen působí na žírné buňky pojivové tkáně a inhibuje jejich uvolňování zánětlivých látek histaminu a leukotrienu. Acemannan stimuluje v buňkách imunitního systému syntézu interleukinu 1 a faktoru nekrózy nádorů, které ničí nádorové buňky. Další polysacharidy obsažené v aloe vykazují také ochranný účinek proti rakovině. Polysacharidy v *Aloe vera* se nacházejí v gelu extrahovaném z listů rostliny a hrají klíčovou roli pro její nutriční a léčivé vlastnosti. Základní polysacharidy jako acemannan, glukomannan a manóza mají mnoho příznivých účinků na lidský organismus. Kromě toho přispívají k normalizaci gastrointestinálního traktu, mají probiotické vlastnosti a podporuje zdraví mikroflóry. Jejich účinek na metabolismus sacharidů může být prospěšný pro kontrolu hladiny cukru v krvi [21],[23],[24].

1.4.2 Acemanan

Jedná se o komplexní polysacharid, který má silné imunomodulační a protizánětlivé účinky, podporuje aktivaci buněk imunitního systému a zlepšuje ochranné funkce organismu. Tato sloučenina patří do třídy mannopolysacharidů a má jedinečnou strukturu skládající se z manózových řetězců (Obr. 7). Acemanan má schopnost posilovat obranné mechanismy těla, díky čemuž je oblíbenou součástí přírodní medicíny. Tvoří až 90 % celkového obsahu polysacharidů. Výzkum prokázal, že acemanan může podporovat aktivaci buněk imunitního systému, jako jsou makrofágy a T lymfocyty. To umožňuje tělu lépe se vyrovnat s infekcemi a patogeny. Kromě toho může pomoci při regeneraci tkání, takže je užitečný při léčbě popálenin, řezných a jiných ran. Aplikace *Aloe vera* s vysokým obsahem acemannanu se rozšířila také v kosmetice. Tento přírodní doplněk pomáhá hydratovat pokožku, urychlovat hojení a zmírňovat záněty. Díky svým jedinečným vlastnostem je tento polysacharid nadále předmětem vědeckého výzkumu a otevírá nové obzory v oblasti zdraví a krásy [4],[21],[25].

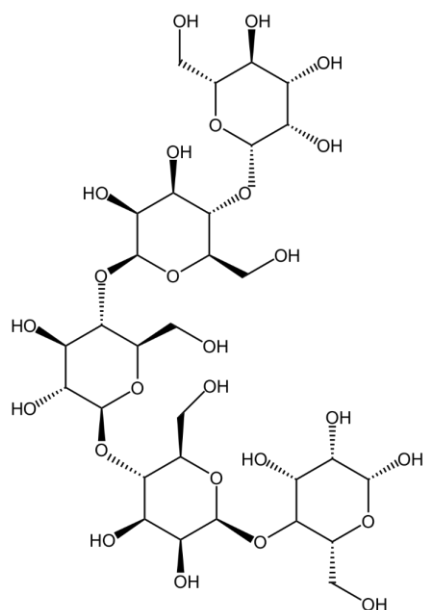


Obrázek 7 Struktura acemananu

(zdroj: vlastní)

1.4.3 Glukomanan

Glukomanan je polysacharid patřící do skupiny glykoproteinů. Ve složení *Aloe vera* hraje důležitou roli díky svým fyzikálně-chemickým vlastnostem. Jedná se o ve vodě rozpustnou vlákninu složenou z dlouhých řetězců molekul manózy a glukózy (Obr. 8), což jí dává schopnost vázat vodu a vytvářet gely. Při interakci s vodou glukomanan zvětšuje objem a vytváří viskózní roztok, který pomáhá zvýšit pocit sytosti a regulovat trávení. Také podporuje lepší vstřebávání živin a zdraví střev tím, že zvyšuje hladinu prebiotik. V *Aloe vera* funguje glukomanan jako ochranná složka, vytváří bariéru pro mikroorganismy a udržuje integritu buněčných stěn. Díky tomu je cenný jak pro lidské zdraví, tak v kosmetice, kde se používá ke zvlhčení a zlepšení textury produktu [26].

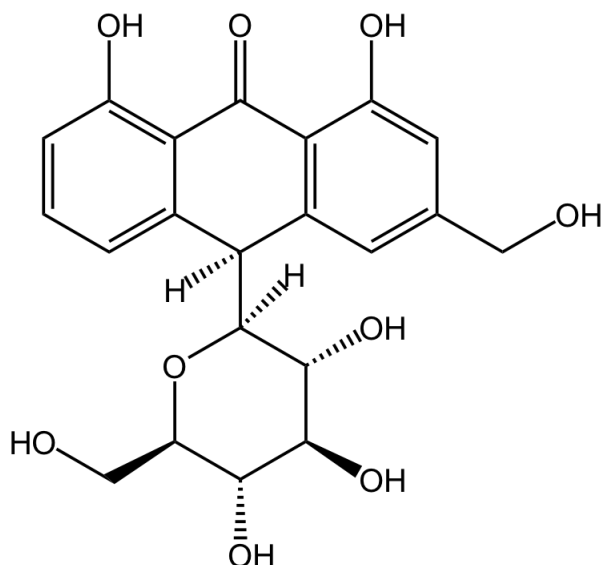


Obrázek 8 Struktura glukomananu

(zdroj: vlastní)

1.4.4 Homonataloin

Homonataloin je komplexní polysacharid skládající se z molekul cukrů spojených glykosidickými vazbami (Obr. 9). Skládá se z více monosacharidových jednotek, díky čemuž je součástí větší skupiny sacharidů známých pro své různé funkce v biologických systémech. Tyto sloučeniny obsahují ve své struktuře cyklické uhlovodíky a vykazují rozmanitost ve svém chemickém složení. Homonataloin jako derivát naftalenu je charakterizován přítomností několika funkčních skupin, které určují jeho fyzikálně-chemické vlastnosti. Tato sloučenina může mít různé biologické funkce, včetně skladování energie, strukturální podpory buněk a účasti na buněčné signalizaci. Výzkumy ukazují, že tento polysacharid může ovlivňovat metabolické procesy v těle včetně regulace metabolismu a také se podílet na mezibuněčných interakcích. Díky tomu je homonataloin cílem zájmu vědců zkoumajících nové potenciální aplikace v medicíně a biotechnologiích. Tuto složku lze získat z různých přírodních zdrojů, jako jsou esenciální oleje a rostlinné extrakty, ale také může být syntetizován chemicky [27].



Obrázek 9 Struktura homonataloinu

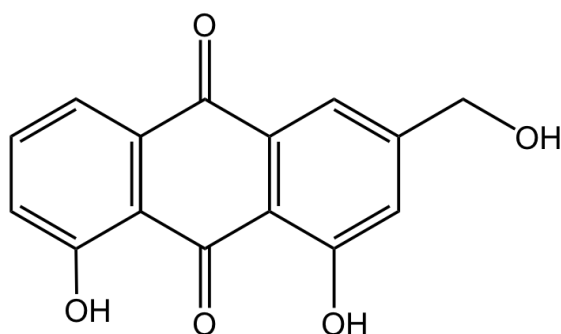
(zdroj: vlastní)

1.4.5 Anthrachinony

Antrachinony jsou fenolické sloučeniny, které mají projímavé účinky. Zvyšují obsah vody ve střevech, stimulují sekreci hlenu a zlepšují střevní motilitu. Anthrachinony aloin a emodin působí jako analgetika, antibakteriální a antivirová činidla, která inaktivují různé viry, jako je herpes simplex, virus chřipky a varicella zoster [18],[21],[28].

1.4.6 Aloe-emodin

Aloe-emodin (1,8-dihydroxy-3-(hydroxymethyl)-anthrachinon) (Obr. 10) je anthrachinon z aloe, působící jako antikoagulační činidlo proti tepelně agregovanému hemoglobinu. Má protinádorovou a antibakteriální aktivitu, imunosupresivní a protiprůjmový účinek: stimuluje peristaltiku střevní stěny, zároveň vlivem změn osmotického tlaku pomáhá odstraňovat toxiny z gastrointestinálního traktu. V současnosti je široce používán jako surovina pro výrobu léků, zdravotnických výrobků a kosmetiky [18],[25],[29].

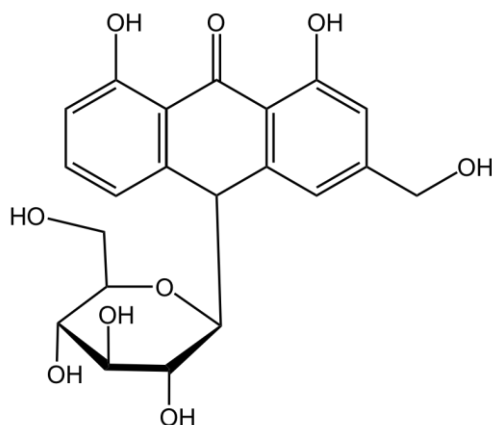


Obrázek 10 Struktura aloe-emodinu

(zdroj: vlastní)

1.4.7 Aloin

Alonin, také známý jako barbaloin (Obr. 11), je přírodní sloučenina, která se nachází ve šťávě a dužině listů rostliny. Jedná se o žlutou hořkou složku, jejíž použití vyžaduje opatrnost a užívání rostliny *Aloe vera* o vyšších koncentracích aloinu se doporučuje konzultovat s lékařem. Aloin má silný projímavý účinek a historicky se používal k léčbě zácpy, jelikož stimuluje střevní mobilitu. Výzkumy prokázaly, že aloin vykazuje také protizánětlivé účinky a antimikrobiální aktivitu proti určitým patogenům. Chrání buňky před oxidačním stresem, což je důležité pro celkové zdraví a prevenci nemocí. V kosmetice se *Aloe vera* s aloinem používá ke zlepšení stavu pokožky, protože dokáže hydratovat a podporovat procesy hojení [25],[30].



Obrázek 11 Struktura aloinu

(zdroj: vlastní)

1.4.8 Antioxidanty

Mnoho složek *Aloe vera*, jako jsou vitaminy A (beta-karoten), C a E neutralizují účinky volných radikálů a mají ochranný účinek proti radiálnímu poškození pokožky. Po použití gelu z *Aloe vera* se v kůži tvoří antioxidační protein metalothionein, který zabraňuje rozvoji přecitlivělosti opožděného typu způsobené ultrafialovým zářením [25].

1.4.9 Enzymy

Aloe vera obsahuje také unikátní soubor enzymů, které hrají klíčovou roli pro řadu prospěšných účinků této rostliny a podporu zdravého fungování organismu. Mezi nejvýznamnější příklady enzymů patří beta-glukosidáza, amyláza, celulóza, z nichž každý plní v těle specifickou funkci. Beta-glukosidáza pomáhá štěpit komplexní sacharidy, což usnadňuje jejich trávení a následně napomáhá při poruchách trávení. Amyláza, která je zodpovědná za zpracování škrobu, pomáhá tělu snadněji trávit sacharidy. Celulóza podporuje odbourávání vlákniny, což zlepšuje trávení a pomáhá udržovat zdraví střev. Enzymy *Aloe vera* mají protizánětlivé vlastnosti, které mohou snížit bolest a zánět v těle. Stimulují také regeneraci buněk, díky čemuž je *Aloe vera* oblíbeným prostředkem v kosmetologii a dermatologii [25].

1.4.10 Další biologicky aktivní látky

Aloe vera je výjimečná rostlina, bohatá na 20 z 22 aminokyselin potřebných pro lidské tělo, včetně 7 z 8 esenciálních. Jednou z důležitých složek aloe je lignin, který při zevní aplikaci výrazně zlepšuje pronikání účinných látek do dermis. Mikroelementy, které aloe obsahuje pomáhají zlepšit metabolismus a celkový stav pokožky. Přibližně 3 % z celkového objemu gelu z aloe obsahuje také saponiny. Tyto rostlinné sloučeniny jsou známé pro své antiseptické a čisticí schopnosti, což je užitečné v boji proti různým kožním problémům, jako jsou záněty a infekce. *Aloe vera* také obsahuje také 6 antiseptických látek: lupeol, kyselinu salicylovou, močovinový dusík, kyselinu skořicovou, fenoly a síru. Všechny tyto složky brání rozvoji plísní, bakterií a virů [22],[23],[25],[31].

1.5 Pěstování *Aloe vera*

Nektar obsažený v jasných květech aloe přitahuje různé opylovače, jako je hmyz, ptáci, motýli nebo včely. Pro úspěšné pěstování aloe je nutné vzít v úvahu klimatické podmínky, typ půdy a režim zalévání. Rostlina preferuje jasné, ale rozptýlené světlo a dobře odvodněné substráty. Při nedostatku světla rostlina začíná vadnout, listy se natahují a zužují. V zimě je

užitečné používat umělé osvětlení (například fytolampy), v teplých měsících je naopak třeba aloe chránit před přímým slunečním zářením a příliš chladným počasím, které může způsobit hnilobu kořenů. Optimální teplota pro její růst se pohybuje mezi 20 až 25 °C a je nutno zajistit ochranu před studeným průvanem. Je nutno kontrolovat míru zalévání, aby se zamezilo přemokření a případné hnilobě kořenů. Péče o aloe zahrnuje také pravidelnou kontrolu chorob a škůdců, které lze z listů odstranit mýdlovým roztokem [1],[2],[3],[10].

2 VYUŽITÍ *ALOE VERA*

Aloe vera lze využívat jak v kosmetologii a potravinářském průmyslu, tak i v medicíně, za účelem podpory zdraví a zlepšení kvality života. Jedinečné složení aloe pomáhá zklidnit podrážděnou pokožku, takže je ideální složkou produktů pro péči o pleť. V potravinářském průmyslu se *Aloe vera* pro své bohaté složení vitaminů a minerálů využívá při výrobě nápojů a doplňků výživy. V lékařství se *Aloe vera* používá při léčbě popálenin, řezných ran a jiných poranění kůže.

2.1 Kosmetika

V kosmetickém průmyslu se *Aloe vera* díky svému výjimečnému složení účinných látek používá do pleťových krémů a gelů. Její hydratační a protizánětlivé vlastnosti pomáhají v boji proti akné, suchosti a podráždění pleti. Díky tomu je rostlina ideální složkou přípravků po opalování nebo produktů pro péči o pleť v zimním období. Kosmetiku s aloe je možné využít pro všechny typy pleti (Tabulka 1).

Tabulka 1 Vliv *Aloe vera* na různé typy pleti

Typ pleti	Účinky
Suchá	Aloe „uzamyká“ vlhkost a vyživuje hluboké tkáně epidermis. Udržuje pokožku jemnou a vláchnou, zlepšuje její texturu a podporuje léčbu jizev.
Mastná	Optimalizuje činnost mazových žláz a zabraňuje vzniku akné, snižuje výskyt černých teček. Přírodní regulátor seborey.
Problematická a citlivá	Zmírňuje záněty, doplňuje vitaminy a mikroelementy, podílí se na regeneraci pleti.
Normální	Chrání pokožku před vnější vlivy, jako jsou znečištění či sluneční záření.
Stárnoucí	Napíná pokožku obličeje, vyhlazuje reliéf, zvyšuje elasticitu a pevnost.

(zdroj:[2],[25])

Aloe vera účinně působí na dvou úrovních: proniká do pokožky a stimuluje fungování imunitních buněk, vytváří na povrchu pokožky hydratační ochranný film. Aloe má také protizánětlivé vlastnosti, aktivně se podílí na regeneraci tkáni, omlazuje a posiluje ochranné funkce pokožky, díky čemuž je v moderní péči nepostradatelná [32].

Gel z *Aloe vera* obsahuje řadu vitaminů, minerálů a aminokyselin, včetně hormonů auxinu a gibberelinu, které nejen podporují hojení ran, ale mají také protizánětlivé vlastnosti, které snižují záněty kůže. Tato rostlina má také mírný antibakteriální účinek, který pozitivně působí na kožní mikroflóru při akné. Antioxidační vlastnosti *Aloe vera* pomáhají neutralizovat volné radikály, což zpomaluje proces stárnutí a zlepšuje celkové zdraví dermis. Antioxidační vlastnosti *Aloe vera* pomáhají neutralizovat volné radikály, což zpomaluje proces stárnutí. *Aloe vera* navíc aktivně stimuluje procesy buněčné regenerace, což je zvláště důležité pro obnovu pokožky po poškození způsobeném spálením sluncem nebo mechanickým traumatem. Gel vytváří ochrannou bariéru, která pomáhá předcházet dalšímu poškození a podporuje hojení [19].

Jako složka krémů a tělových mlék aloe napomáhá hydrataci pokožky, zabraňuje vysoušení a podráždění. Pro své protizánětlivé vlastnosti se extrakt z aloe používá v přípravcích po opalování a pro péči o problematickou pleť, podporuje hojení akné a snižuje zarudnutí pokožky. Šampóny a kondicionéry s přídavkem *Aloe vera* pomáhají vlasy hydratovat, dodávají jim lesk a hebkost. Navíc mohou tyto produkty stimulovat vlasové folikuly, růst nových vlasů, zlepšovat jejich tloušťku a tím napomáhat v boji proti plešatosti. aloe se také aktivně používá v pleťových maskách, kde napomáhá hydratovat pokožku, aniž by získala nadměrný lesk a docházelo k ucpávání pórů: proto je tato složka ideální pro hydrataci mastné a problematické pleti obličeje. Listy aloe obsahují mnoho prospěšných látek a antioxidantů, včetně beta-karotenu, vitaminů C a E, které při použití v kosmetice napomáhají zlepšit přirozený tonus pokožky a udržet ji hydratovanou a pružnou po dlouhou dobu. Na základě některých odborných studií bylo prokázáno, že po penetraci této složky do kůže, dochází k stimulaci proliferace fibroblastů, tedy buněk, které jsou zodpovědné za syntézu kolagenu a elastinu, díky čemuž je pokožka pružnější. Díky obsahu složek, které obnovují pružnost pokožky a také podporují regeneraci buněk, je kosmetika s obsahem rostliny *Aloe vera* vhodná pro ošetření mělkých strií. Účinky aloe se zvyšují v kombinaci s dalšími složkami profesionální kosmetiky, proto je tento způsob preferován oproti používání šťávy z aloe v čisté formě [17],[22],[33].

Aloe vera vykazuje významné účinky při ochraně pokožky před ultrafialovým (UV) a gama zářením. Výzkumy ukazují, že použití gelu z *Aloe vera* může snížit negativní účinky radičního poškození kůže a podpořit imunitní odpověď na buněčné úrovni [23].

2.2 Potravinářství

Aloe vera je univerzální přírodní látka, která se podílí na zlepšení zdraví a poskytuje benefity v péči o tělo i ve výživě. Šťáva z *Aloe vera* se přidává do nápojů a smoothies, díky čemuž jsou nejen osvěžující, ale také prospěšné pro trávení. Jsou bohaté na vitaminy, minerály a antioxidanty, čemuž podporuje imunitní systém a zlepšuje celkové zdraví organismu. Při vaření se *Aloe vera* přidává do dezertů a salátů, což jim dodává nejen neobvyklou chuť, ale také prospěšné vlastnosti. Listy aloe lze použít k přípravě aromatických čajů a tinktur, které pomáhají zlepšit metabolismus [3],[17],[18].

2.3 Lékařství

Jak již bylo zmíněno, chemické složení rostliny *Aloe vera* jí poskytuje řadu léčebných účinků. Při aplikaci na pokožku proniká do hlubších vrstev a hydratuje ji, díky čemuž vytváří ochrannou bariéru proti negativním vnějším faktorům. Pomáhá také vyrovnávat hladinu pH, což je důležité pro udržení zdravé pokožky, a funguje jako lék proti bolesti v místě aplikace, lze ji využít i k léčbě nachlazení, včetně rýmy. Šťávu z rostliny lze přidat do čaje, který v kombinaci s lipovým medem zajišťuje zvýšení imunity, doplňuje tělu potřebné vitaminy a zároveň jej chrání před mikrobiálním napadením [19].

Rostlina *Aloe vera* se také využívá pro urychlení zotavovacích procesů po operacích, například v oblasti plastické chirurgie. Díky aktivitě vůči patogenním mikroorganismům se používá jako hojivý a protizánětlivý prostředek při mnoha onemocněních dutiny ústní, stejně jako při poškození kůže, jako jsou řezné rány, popáleniny, nehojící se rány, vředy. Aloe má vynikající regenerační účinky. Kromě toho, že zmírňuje záněty, optimalizuje látkovou výměnu v buňkách, urychluje granulační procesy v ranách, čímž výrazně urychluje hojení. Šťáva z aloe je známa svými antihistaminovými vlastnostmi, zmírňuje svědění a otoky, takže ji lze použít k léčbě všech druhů alergických kožních onemocnění (ekzém, dermatitida). Šťáva z rostliny je také užitečná pro patologie trávicího traktu. Zvyšuje sekreční schopnost při trávicích poruchách odtoku žluči. Projímavý účinek aloe se využívá při léčbě zácpy. Dále vykazuje diuretický a imunostimulační účinek: vzhledem k tomu, že aloe je silný biostimulant, přípravky nejsou předepisovány pro onkologické, vláknité útvary nebo polypy [15],[16],[17],[34].

Aloe by se nemělo užívat během těhotenství nebo menstruaci kvůli jeho silnému stimulačnímu účinku. Kromě toho je aloe kontraindikováno v následujících případech: exacerbace infekcí, závažné patologické stavy jater a ledvin, jakékoli krvácení (děložní,

žaludeční), hypertenze. Díky antibakteriálním, protizánětlivým a hojivým vlastnostem lze aloe využít jako účinný přírodní lék při léčbě očních onemocnění. Extrakt z aloe je považován za cennou terapeutickou a profylaktickou kompozici, která zabraňuje konjunktivitidě, dalekozrakosti a krátkozrakosti. *Aloe vera* se také používá jako pomocný prostředek při léčbě rýmy [2],[15],[21],[34].

Gel z *Aloe vera* se používá k léčbě popálenin, řezných ran a jiných poranění kůže, podporuje rychlejší zotavení a regeneraci. Antioxidační vlastnosti aloe, které pomáhají chránit buňky před poškozením volnými radikály, mohou snížit riziko vzniku chronických onemocnění a zpomalit proces stárnutí. Když se *Aloe vera* aplikuje na ránu, aktivuje se krevní oběh v oblasti poškození, což pomáhá zlepšit dodávku kyslíku a živin do buněk, a tím zlepšit proces regenerace tkáně. Gel z rostliny navíc vytváří ochrannou bariéru, která zabraňuje pronikání infekcí. Neméně důležitým aspektem je přítomnost přírodních hydratačních látek, které pomáhají udržovat optimální úroveň vlhkosti na povrchu rány, což podporuje rychlejší hojení, a vytváří optimální prostředí pro zotavení poranění, a také chrání před vysycháním a poškozením. Polysacharidy obsažené v *Aloe vera*, jako je acemanan, mají silné hydratační a protizánětlivé vlastnosti. Stimulují aktivitu fibroblastů – buněk odpovědných za tvorbu kolagenu a opravu tkání, což je důležité v případech popálenin nebo drobných řezných ran, kde je kritická rychlá regenerace buněk. Přítomnost anthracenů zabraňuje množení patogenních mikroorganismů na povrchu rány, díky čemuž představuje aloe spolehlivou ochranu před infekcí [33],[35].

3 ALOE VERA V POLYMERNÍCH NOSIČÍCH

Zmíněné benefity *Aloe vera* jej předurčují pro vývoj funkčních nosičů aplikovatelných v oblastech farmaceutického a kosmetického průmyslu. Extrakty z *Aloe vera* jsou hojně využívány díky své schopnosti urychlit hojení a zlepšit stav pokožky. Důležité je také zmínit kontext environmentální, jelikož přidávání *Aloe vera* do polymerních nosičů může zlepšit podmínky jejich biologické rozložitelnosti. *Aloe vera* může díky své biologické aktivitě podporovat přirozený rozklad polymerů, čímž snižuje negativní dopad na životní prostředí. *Aloe vera* má jedinečnou schopnost interagovat s buněčným strukturami, což může zvýšit kompatibilitu materiálů s živými tkáněmi. To je důležité při vývoji nových implantátů určených k dlouhodobému použití v těle pacienta [3],[30]. Použití této rostliny také napomáhá zlepšit tepelnou odolnost a strukturální stabilitu polymerů, což výrazně zvyšuje jejich trvanlivost v extrémních podmínkách [33].

Pro maximalizaci potenciálu *Aloe vera* je nutné zajistit její stabilitu a bioaktivitu při dlouhodobém skladování a dodávání. To vedlo k aktivnímu výzkumu různých polymerních nosičů, které mohou účinně integrovat výtažky z *Aloe vera* a současně poskytovat jejich ochranu.

3.1 Polymerní materiály

Polymerní nosiče hrají v moderních technologiích klíčovou roli díky svým unikátním fyzikálním a chemickým vlastnostem. V současné době se termín polymerní nosiče týká velkého množství vysokomolekulárních sloučenin, které lze klasifikovat podle účelu, formy a chemické povahy polymerních řetězců a funkčních skupin.

Pro přípravu nosičů lze využít syntetické i přírodní polymery. Nejběžnější typy syntetických polymerních nosičů jsou polyethylen a polypropylen. Polyethylen, známý svou pevností a chemickou odolností, se často používá pro výrobu obalových materiálů, které chrání zboží před vnějším poškozením a pomáhají výrazně prodlužovat trvanlivost. Polypropylen se vyznačuje vysokou tepelnou a chemickou odolností, díky čemuž se aktivně používá při výrobě zdravotnických produktů, jako jsou injekční stříkačky, operační nástroje a farmaceutické obaly. Materiály využívané ve zdravotnictví musí být bezpečné, aby se minimalizovalo riziko infekcí a byla zajištěna kvalita zdravotnických služeb. Dalšími příklady syntetických polymerů jsou například polyvinylalkohol (PVA) a polyethylenglykol, které vykazují dobré fyzikální vlastnosti. Autoři Hikmawati a kol. [36] studovali vliv extraktu rostliny aloe na fyzikálně-chemické vlastnosti PVA membrány

připravené elektrostatickým zvlákňováním. Důležitými faktory, ovlivňujícími proces výroby, jsou vlastnosti roztoku, včetně viskozity, povrchového napětí a vodivosti. Skenovací elektronová mikroskopie potvrdila, že průměr nanovláken se zvětšoval s rostoucí koncentrací *Aloe vera* na maximální hodnotu téměř 380 nm. Metoda FTIR prokázala interakce mezi polyvinylalkoholem a extraktem z *Aloe Vera*. Degradací studie prokázala významný vliv zesíťování na stabilitu nanovláken a odolnost vůči rozkladu [36].

V poslední době se jako perspektivní nosič pro aktivní látky jeví různé typy nanovlákných membrán. Vlákná se zabudovanou *Aloe vera* jsou jedinečnou formou materiálu, která nabízejí přirozenou ochranu proti patogenním mikroorganismům, čímž zajišťují a zlepšují hygienické vlastnosti tkaniny, dokážou zabránit růstu bakterií a plísní, což výrazně prodlužuje životnost materiálu a zlepšuje jeho užité vlastnosti [17].

Autoři studie [37] se zabývali přípravou nanovláken na bázi polyvinylalkoholu a gelu z *Aloe vera* metodou elektrostatického zvlákňování pro potenciální využití ve formě ochranných oděvů. Zvýšení koncentrace *Aloe vera* gelu podpořilo tvorbu kompaktnějších molekul, což následně vedlo ke zmenšení průměru výsledných nanovláken. Připravená nanovlákná prokázala antimikrobiální aktivitu proti *E. coli* a *S. aureus*.

Přírodní polymery lze rozdělit na polysacharidy, proteiny a lipidy. Tyto látky jsou biologicky odbouratelné materiály, které jsou šetrné k životnímu prostředí, to znamená, že při jejich rozkladu v přírodě nevznikají škodlivé látky. Na rozdíl od syntetických typů, které jsou nejčastěji na bázi uhlovodíků, jsou přírodní polymery často získávány z biomasy, kterou příroda neustále produkuje (např. algináty z řas, celulóza z kukuřice, škrob z brambor).

Jedním z běžně studovaných přírodních polymerů je derivát chitin, chitosan, který je známý pro svou biokompatibilitu a biologickou odbouratelnost. Chitin je hlavní složkou exoskeletu korýšů, hmyzu a buněčných stěn některých hub. Tato sloučenina je odpadním produktem z průmyslového zpracování krevet a je dostupná ve velkém množství za relativně nízkou cenu. Chitin má porézní strukturu a je nerozpustný ve vodě, zředěných kyselinách a také v organických rozpouštědlech. Pro přeměnu na reaktivní formu jej lze modifikovat glutaraldehydem a také solemi těžkých kovů. Chitosan je schopen tvořit hydrogely, které zajišťují řízené uvolňování účinných látek. Porézní struktury na bázi chitosanu mají schopnost absorbovat kapalinu díky otevřeným pórům, což je činí perspektivními pro vývoj lékařských obvazů. Aktivně se používají v tkáňovém inženýrství k podpoře růstu buněk. Chitosan je schopen přilnout k buněčným membránám, což zvyšuje účinnost podávání léků a také zlepšuje jejich vstřebávání tělem. Chitosanové filmy se připravují rozpouštěním

chitosanu ve vybraných rozpouštědlech, jako je zředěná kyseliny mravenčí, mléčná nebo octová, poté se roztok odlije na substrát a po odpaření rozpouštědla vznikají film, které lze využít jako nosiče aktivních látek a následně je aplikovat v medicíně, například jako ochranné vrstvy při léčbě popálenin. V potravinářském průmyslu jsou chitosanové folie využívány jako obalové materiály, které zajišťují zlepšení mechanických vlastností, zvyšují odolnost obalu a chrání jeho obsah před vlhkostí [3],[21],[29],[33].

Částice na bázi biopolymerů, jako je právě chitosan, se používají ke zvýšení stability a stravitelnosti bioaktivních složek, jako je extrakt z *Aloe vera*. Změnou velikosti a povrchu částic může být zlepšena interakce s buňkami, což pomůže při dodávání aktivních složek přímo na místo působení. Tyto nosiče jsou schopny nejen účinně zadržovat účinné látky, ale také je chránit před nepříznivými podmínkami, jako je oxidace nebo rozklad pod vlivem světla [12],[39].

Dalším perspektivním biopolymerem je alginát získaný z mořských řas, jehož jedinečné gelotvorné vlastnosti umožňují vyvíjet stabilní systémy pro dodávání účinných látek. Alginát je schopen tvořit gely a filmy, které jsou flexibilní a mechanicky odolné. Aktuálně se mezi oblíbené nosiče řadí alginátové hydrogely, které mají vynikající biokompatibilitu, v kombinaci s aloe vykazují vysokou schopnost zadržovat vlhkost a postupně uvolňovat účinné látky, což je důležité zejména v kosmetickém a farmaceutickém průmyslu. Zavedení aloe do alginátových matric nejen zvyšuje hydratační vlastnosti, ale také zvyšuje protizánětlivé účinky, které mohou být užitečné v dermatologii a kosmetologii. Takové kombinace mnohou vytvořit nové účinné přípravky péče o pleť. Problematika nosičů na bázi přírodních polymerů s přídavkem *Aloe vera* bude předmětem další kapitoly [40].

3.2 Nosiče s *Aloe vera* – současný stav řešené problematiky

Na základě prostudované aktuální literatury v oblasti dané problematiky lze potvrdit perspektivu systémů na bázi biopolymerů a *Aloe vera*. Při výrobě obvazů může přídavek *Aloe vera* urychlit proces hojení, poskytovat ochranu před infekcí a vytvářet optimální prostředí pro regeneraci tkání, což zlepšuje kvalitu života dlouhodobě léčených pacientů. V kontextu současných ekologických problémů se jedním z nejatraktivnějších aspektů přidávání *Aloe vera* do polymerních nosičů stává možnost zlepšení jejich biologické rozložitelnosti. *Aloe vera* může díky své biologické aktivitě podporovat přirozený rozklad polymerů, čímž snižuje negativní dopad na životní prostředí. *Aloe vera* má také jedinečnou schopnost interagovat s buněčnými strukturami, což může zvýšit kompatibilitu materiálů

s živými tkáněmi. To je důležité při vývoji nových implantátů určených k dlouhodobému použití v těle pacienta [3],[30]. Použití této rostliny také napomáhá zlepšit tepelnou odolnost a strukturální stabilitu polymerů, což výrazně zvyšuje jejich trvanlivost v extrémních podmínkách. *Aloe vera* má antimikrobiální a protizánětlivé vlastnosti, díky čemuž jsou polymerní materiály bezpečnější pro lékařské a kosmetické aplikace [33].

Pro výrobu vláken a filmů obsahujících výtažky z aloe, které mohou sloužit na hojení ran a jako nosiče pro dodávání léků, lze využít biopolymer chitosan. Zavedení extraktu z aloe do matrice chitosanu může také výrazně zlepšit jeho biologickou aktivitu. Filmy na bázi polymerů, chitosanu a polyvinylalkoholu (PVA) v různých poměrech s přídavkem *Aloe vera* a propylenglykolu byly studovány jako potenciální systémy pro hojení ran autory Zatalini a kol. [30]. Výsledné filmy byly hodnoceny na základě kritérií, jako je index botnání, pevnost v tahu a prodloužení při přetržení. Výsledky ukázaly, že koncentrace a poměr studovaných polymerů měly vliv na mechanické vlastnosti, přičemž za optimální byl stanoven film s obsahem 1,5 % chitosanu a 1,5 % PVA. Yoshida a kol. se ve své studii zabývali přípravou a charakterizací chitosanových biofilmů s obsahem *Aloe vera*, u nichž byly hodnoceny morfologické, bariérové, mechanické a termální vlastnosti. Inkorporací rostliny *Aloe vera* došlo ke snížení propustnosti pro vodní páry, poklesu elasticity a zvýšení tepelné stability. Na základě výsledků lze předpokládat interakci mezi chitosanem a *Aloe vera*.

Alginát představuje další perspektivní biopolymer, který lze využít pro systémy s *Aloe vera*. Alginátové filmy s obsahem *Aloe vera* zesíťované pomocí chloridu zinečnatého byly předmětem studie autorů Koga a kol. [41]. Připravené filmy prokázaly optimální mechanické vlastnosti a histologická analýza prokázala protizánětlivé účinky. Kombinace gelu z *Aloe vera* s ionty zinku přispěla k hojení ran a podpoře tvorby jizev.

Výběr vhodných síťovacích činidel je klíčovým aspektem vývoje alginátových nosičů. Využívány jsou například ionty Ba^{2+} nebo Ca^{2+} , které hrají roli při určování stability výsledných gelů a mechanických vlastností, zatímco přidání různých polymerů ovlivňuje permeabilitu a stupeň nabotnání. Alginátové nosiče lze navrhnout tak, aby se aktivní složky uvolňovaly za konkrétních podmínek (vyvolaných například změnami pH nebo teploty), což zvyšuje efektivitu léčby. Proces zesíťování zlepšuje mechanické vlastnosti a odolnost vůči vlhkosti. Autoři Cano-Vincent a kol. [26] se zabývali přípravou alginátových filmů zesíťovaných pomocí vápenatých a zinečnatých iontů. Bylo prokázáno, že filmy zesíťované pomocí Ca^{2+} měly hladkou texturu, zatímco filmy připravené pomocí Ca^{2+} a Zn^{2+}

vykazovaly hrubší morfologii, zejména se zvyšujícím se obsahem Zn^{2+} . Tyto vzorky také prokázaly podobné sorpční vlastnosti jako vápenaté alginátové systémy a antibakteriální a antivirové vlastnosti.

Zinečnaté ionty byly k zesíťování aloe-alginátových filmů využity také ve studii [41]. Testy hojení ran provedené na krysách prokázaly snížení zánětlivé reakce, ale také urychlení procesů angiogeneze a kolageneze. Důvodem je fakt, že *Aloe vera* obsahuje mnoho bioaktivních sloučenin, které podporují dělení buněk a přispívají k regeneraci poškození tkáně. Účinnost aloe-alginátových filmů potvrdila i skutečnost, že 14. den léčby došlo k výraznému nárůstu počtu nových cév, což je při procesech hojení kritické. Ionty zinku obsažené ve vzorku hrají důležitou roli při modulaci zánětlivého procesu a aktivaci různých fází hojení. Studie prokázaly, že v důsledku užívání zinku dochází nejen ke zlepšení fibrózy, ale také k aktivní regeneraci pokožky.

Použití hydrogelů na bázi *Aloe vera* nejen zlepšuje procesy hojení, ale také zkracuje dobu rekonvalescence pacientů. Potenciální antimikrobiální aktivita výrazně snižuje riziko infekcí. Tyto systémy lze využít pro zapouzdření různých dalších bioaktivních látek, což zajišťuje několikanásobné posílení celkového terapeutického účinku [42]. Hydrogely na bázi alantoinu, xanthanové gumy a kyseliny salicylové s vysokým obsahem *Aloe vera* (od 5 do 20 hm%) byly předmětem studie autorů Chelu a kol. Na základě výsledků termogravimetrické a spektroskopické analýzy byly prokázány vzájemné interakce mezi složkami hydrogelu a *Aloe vera*, přičemž jako optimální se jevila formulace obsahující 10 hm% *Aloe vera* [43].

V rámci studie [44] byly připraveny kompozitní filmy obsahující *Aloe vera*, chitosan a esenciální oleje, za účelem zlepšení skladovacích podmínek plodů papáji. Nejlepší fyzikálně-chemické vlastnosti a antifungální aktivitu *in vitro* vykazoval film připravený v poměru A60Ch40-15. Výsledky experimentů po aplikaci filmů na plody papáji prokázaly, že tyto vykazovaly nižší míru respirace, vyšší hodnotu tvrdosti a minimální změny vnějšího zbarvení. Kromě toho aplikace připravených filmů ve formě povlaků na ovoci zajistila až 50% snížení výskytu plísňových chorob ve srovnání s kontrolní skupinou ošetřenou syntetickým fungicidem. Použití filmů na bázi *Aloe vera* a chitosanu obohacených o esenciální oleje nejen zlepšuje kvalitu skladování ovoce, ale vede také ke snížení ztrát způsobených houbovými chorobami, což činí toto řešení ekologicky udržitelným a komerčně atraktivním.

Autoři studie [45] připravili kompozity na bázi bakteriální celulózy/polykaprolaktonu a *Aloe vera*. Strukturní analýza pomocí FTIR spektroskopie prokázala vznik nových píků při 3316 cm^{-1} (O-H), 1657 cm^{-1} (C=O, amid I) a 1025 cm^{-1} (C-O). Se zvyšujícím se obsahem aloe došlo ke zhoršení mechanických vlastností kompozitu, poklesu pevnosti v tahu a Youngova modulu. Naopak bylo prokázáno vyšší prodloužení při přetržení, což poukazuje na vyšší elasticitu vzorků. Termogravimetrická analýza odhalila mírný posun teploty rozkladu a ztrátu molekul vody pod teplotou $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

V práci [46] byl prokázán výrazný vliv přídatku rostliny *Aloe vera* do biopolymerních filmů na bázi škrobu na zlepšení mechanických vlastností, konkrétně došlo ke zvýšení pevnosti v tahu z $1,03\text{ MPa}$ na $9,14\text{ MPa}$, a zvýšení Youngova modulu na $769,00\text{ MPa}$. Přídavek 50% aloe gelu vedlo k výraznému zvýšení absorpce pro vodu, a to až na téměř 327% . Současně došlo ke zlepšení podmínek rozpustnosti a zvýšení tepelné stability, což jsou nezbytné parametry při aplikaci obalových materiálů, zejména v případě skladování potravin [46].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 CÍLE PRÁCE

Cíle bakalářské práce zahrnovaly:

- přípravu vzorků alginátových filmů s různým obsahem *Aloe vera*
- charakterizaci fyzikálně-chemických vlastností, včetně mechanické pevnosti, propustnosti a obsahu vlhkosti
- studium vlivu různých typů zesít'ovadel na botnací kapacitu
- zhodnocení vlivu přídatku vitamínu C na antioxidační aktivitu

5 MATERIÁL A PŘÍSTROJE

5.1 Použité chemikálie

Aloe vera SD 100:1 (Fichema, ČR)

Alginát sodný (Aldrich, NO)

BaCl₂ · 2H₂O (Penta, ČR)

CaCl₂ bezvodý (Penta, ČR)

DPPH – 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (Aldrich, DE)

Ethanol 96%

Glycerol bezvodý p.a. (IPL, Petr Lukeš, ČR)

Kyselina octová (Penta, ČR)

Mg(NH₃)₂ · 6H₂O (Iplub, ČR)

Octan sodný (Penta, ČR)

FeSO₄ · 7H₂O (La chema, ČR)

Vitamin C – kyselina askorbová (Penta, ČR)

5.2 Použité přístroje a pomůcky

Analytické váhy (Sartorius Basic 110 S)

Automatické mikropipety

Běžné laboratorní sklo

Exsikátor (Mg(NO₃)₂·6H₂O)

FTIR spektrometr (Thermo Scientific Nicolet Summit)

Kolorimetr HunterLab UltraScan Pro D65

Magnetické míchadlo (Lavat Chotutice)

Petriho misky

Portable pH meter CPH 51

Tyčinka, lžička, nůžky

Spektrofotometr Jasco V-750

Sušárna (Mettler ULM 400, Mettler UN)

Tenziometr (Anton Paar Theta by Anton Paar Scientific)

Texturometr (AMETEK –TA1 from Lloyd Instruments)

6 METODIKA STANOVENÍ

6.1 Příprava filmů na bázi alginátu sodného a *Aloe vera*

6.1.1 Příprava 1% roztoku *Aloe vera*

Pro přípravu roztoku *Aloe vera* o koncentraci 1 hm.% bylo do 100ml kádinky naváženo vypočtené množství 1 g na analytických vahách s přesností na 0,0001 g, doplněno destilovanou vodou a homogenizováno na magnetickém míchadle za stálého míchání při laboratorní teplotě. Po rozpuštění byl roztok převeden do 100 ml odměrné banky a doplněn destilovanou vodou po rysku.

6.1.2 Příprava 1,5 % roztoku alginátu sodného

Na analytických vahách s přesností na 0,0001 g byly do 200 ml kádinky naváženy 3 gramy alginátu sodného a 0,45 glycerolu, jako plastifikátoru. Po přidavku destilované vody byla směs pomocí magnetického míchadla homogenizována (laboratorní teplota, 1 hodina, 300 rpm). Po rozpuštění byla směs převedena do 200 ml odměrné baňky a doplněna destilovanou vodou po rysku.

6.1.3 Příprava filmů

K přípravě filmů byly využity různé poměry alginátu sodného a *Aloe vera*, konkrétně 100/0; 95/5; 85/15; 75/25; 65/35, a to smícháním jednotlivých roztoků (magnetické míchadlo, laboratorní teplota, 5–10 minut, 300 rpm). Přibližně 25 g každé směsi bylo odlito do plastových Petriho misek (průměr 9 cm) a sušeno při teplotě 25 °C po dobu 24 až 30 hodin v sušárně s ventilátorem.

Dále byla připravena sada filmů se stejnými poměry alginátu a *Aloe vera*, s přidavkem 0,1 hm.% roztoku vitaminu C (V1) a 0,2 hm.% roztoku vitaminu C (V2). Tento byl navážen na analytických vahách s přesností na 0,0001 g do kádinky a následně doplněn roztokem alginátu/*Aloe vera* o daném poměru. Další postup odlévání a sušení filmů byl stejný jako v případě vzorků bez vitamínu.

6.2 Zesíťování filmů

Pro zesíťování připravených alginát/*Aloe vera* filmů byly vybrány roztoky chloridu vápenatého (CaCl_2), dále síranu železnatého ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) a chloridu barnatého ($\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) o koncentracích 1 hm.%. Proces probíhal tak, že připravený film byl ponořen do

síťovacího roztoku na dobu 5 minut. Po uplynutí času byly filmy opatrně vyjmuty, opláchnuty destilovanou vodou a vloženy do sušárny na 25 °C po dobu 1 až 2 hodin.

6.3 Charakterizace filmů

Získané alginátové filmy s přídavkem *Aloe vera* v různých poměrech byly charakterizovány prostřednictvím měření mechanických vlastností, smáčivosti, propustnosti pro vodní páry, botnací kapacity a antioxidačních účinků. Před testováním byly vzorky kondicionovány v exikátoru při relativní vlhkosti $55 \pm 2 \%$ po dobu 24 hodin. Měření tloušťky alginátových filmů bylo provedeno pomocí digitálního mikrometru, s přesností na 0,0001 mm. Samotný proces měření probíhal na šesti náhodně vybraných místech na každém filmu. Následně byla z naměřených hodnot vypočítána průměrná tloušťka filmu.

6.3.1 Vlhkost filmů

Pro stanovení obsahu vlhkosti byly připraveny vzorky filmů o rozměrech 1x1 cm. Nejprve byly zváženy váženky na analytických vahách s přesností na 0,0001 g, poté byly do nich umístěny vzorky a bylo provedeno počáteční vážení. Vzorky byly následně sušeny v sušárně při teplotě 105 °C až do dosažení konstantní hmotnosti a poté byla zaznamenána výsledná hmotnost. Výsledky byly průměrem minimálně ze dvou stanovení, procento vlhkosti bylo vypočítáno podle rovnice (1).

$$MC (\%) = \left(\frac{M_0 - M_1}{M_0} \right) \cdot 100 \quad (1)$$

Kde:

M_0 – je počáteční hmotnost vzorku [g]

M_1 – je hmotnost vzorku po vysušení [g]

6.3.2 Botnací kapacita

Pro test botnací kapacity byl připraven acetátový pufr o pH 5,5, a to navážením 0,7355 g octanu sodného a 0,0621 g kyseliny octové s přesností na 0,0001 g. Směs byla rozpuštěna v destilované vodě, přelita do 1000 ml odměrné banky a doplněna destilovanou vodou po rysku. Pro ověření výsledné hodnoty pH byl použit přístroj pH/mV metr CPH 51.

Za účelem stanovení botnání filmů byla použita gravimetrická metoda, která umožňuje kvantitativní hodnocení změn hmotnosti vzorků vlivem kapalného prostředí. Z filmů byly vystřiženy vzorky o rozměrech 2 x 2 cm, které byly zváženy na analytických vahách s

přesností na 0,0001 g a následně umístěny do 20 ml acetátového pufru o pH 5,5 při teplotě 37 °C. V průběhu experimentu byly v definovaných časových intervalech vzorky filmů vyjmuty, přebytečná vlhkost byla odstraněna pomocí filtračního papíru, a vzorky byly opět zváženy. Kapacita botnání byla vyhodnocena jako průměr ze dvou měření dle vztahu (2).

$$S_w(\%) = \left(\frac{W_h - W_a}{W_a} \right) \cdot 100 \quad (2)$$

Kde:

W_h – hmotnost vzorku v definovaném čase [g]

W_a – hmotnost suchého vzorku [g]

6.3.3 Měření smáčivosti

Měření smáčivosti probíhalo metodou přisedlé kapky na optickém tenziometru Attension Theta (Obr. 12). Na vzorky filmů byly pomocí automatické mikropipety dávkovány 3 μ l destilované vody, úhel pro stanovení smáčivosti byl odečítán v čase 5. až 6. sekundy od nanesení kapky. Vyhodnocení bylo provedeno pomocí softwaru OneAttension dle Young-Laplace rovnice (3). Každé měření bylo provedeno minimálně třikrát.

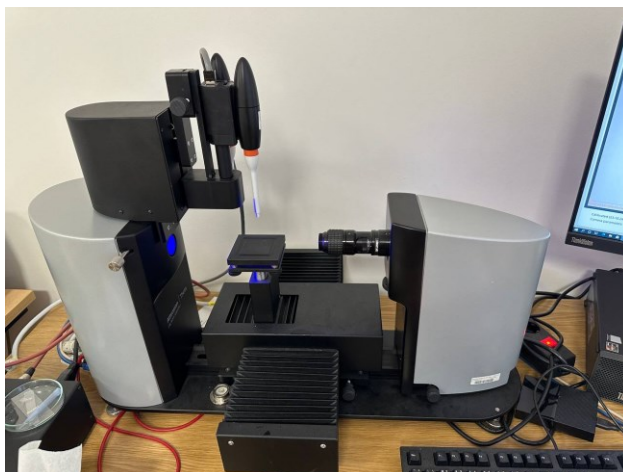
$$\Delta p = \gamma \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \quad (3)$$

Kde:

p – rozdíl tlaků na konkávní a konvexní straně rozhraní [Pa]

R_1, R_2 – poloměry zakřivení [m]

γ – povrchové napětí [$\text{N} \cdot \text{m}^{-1}$]



Obrázek 12 Tenziometr (Attension Theta, Biolin Scientific)

(zdroj: vlastní)

6.3.4 Stanovení antioxidační aktivity

K hodnocení antioxidační aktivity alginátových filmů byla použita metoda DPPH. Vzorky filmů o rozměru 1x1 cm byly zváženy na analytických vahách s přesností na 0,0001g a následně umístěny do vialek, k nimž byly poté přidány 2 ml 0,1 mM roztoku DPPH v 96% ethanolu. Vzorky byly následně inkubovány ve tmě při teplotě 25 °C po dobu 30 minut. Poté byla změřena absorbance vzorků na UV-VIS spektrofotometru (Obr. 13) při vlnové délce 517 nm proti referenci ethanolu. Antioxidační aktivita byla vypočítána jako úbytek absorbance v % podle vzorce (4). Výsledky jsou průměrem minimálně ze dvou měření.

$$\text{úbytek absorbance (\%)} = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \cdot 100 \quad (4)$$

Kde:

A_0 – hodnoty absorbance pracovního roztoku DPPH

A_1 – hodnoty absorbance testovaných vzorků



Obrázek 13 Spektrofotometr Jasco V-750

(zdroj: vlastní)

6.3.5 Stanovení propustnosti

Stanovení propustnosti pro vodné páry bylo provedeno podle směrnice ASTM E 96-95 [47]. Pro stanovení byly vybrány filmy s poměrem 100/0, 75/35 bez a s přidavkem 0,2 hm.% roztoku vitamínu C, z nichž byly vystřiženy vzorky kruhového tvaru o ploše $1,017 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$, jež byly následně umístěny do testovacích kelímků, které byly naplněny 20 ml destilované vody. Kelímky s filmy byly umístěny do exsikátoru s minimální relativní vlhkostí. V průběhu experimentu byly vzorky váženy v pravidelných intervalech s přesností na 0,0001 g. Ze získaných dat byla zpracována závislost hmotnosti na čase. Konečné hodnoty propustnosti byly vypočítány podle následujících rovnic (5) a (6) a prezentovány jako průměrné hodnoty získané ze dvou nezávislých měření.

$$WVT = \frac{k}{A} \quad (5)$$

$$WVP = \frac{WVT}{\Delta p} = \frac{WVT}{S \cdot (R_1 - R_2)} \quad (6)$$

Kde:

WVT – rychlost přenosu vodní páry [$\text{g} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$]

k – úbytek hmotnosti v čase [$\text{g} \cdot \text{h}^{-1}$]

A – plocha vzorku [m^2]

WVP – propustnost pro vodní páry [$\text{g} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$]

Δp – rozdíl tlaku vodní páry [Pa]

S – tlak nasycené vodní páry [Pa]

R_1, R_2 – vlhkost uvnitř a vně testovacího kelímku [%]

6.3.6 Mechanické zkoušky

Experiment byl proveden na přístroji texturometr Ametek (Obr 14). Z filmů byly nastříhány vzorky o rozměrech 1 x 6 cm, které byly následně umístěny do čelistí přístroje tak, aby pracovní exponovaná plocha byla 1 x 4 cm. Výsledky (jako průměr ze tří měření) byly vyhodnoceny prostřednictvím softwaru NEXYGENPlus.



Obrázek 14 Texturometr AMETEK –TA1, Lloyd Instruments

(zdroj: vlastní)

6.3.7 Kolorimetrické stanovení

Kolorimetrická analýza byla provedena pomocí přístroje HunterLab UltraScan Pro D65 v souladu s ASTM D1003 [55]. Byly analyzovány alginátové filmy bez a s přidavkem *Aloe vera* v poměru 75/35. Hodnocení barevnosti bylo provedeno podle parametrů L, a, b, kde:

- L – stupeň světlosti (od černé po bílou);
- a – odstín v rozsahu od zelené (-) po červenou (+);
- b – odstín od modré (-) po žlutou (+).

Každý vzorek byl měřen ve třech různých pozicích. Pak byl vypočítán celkový barevný rozdíl (ΔE) pomocí následujícího vzorce:

$$\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{0.5} \quad (7)$$

Porovnání hodnot ΔE mezi kontrolními vzorky a filmy s *Aloe vera* umožňuje určit míru změny barevných parametrů a vyvodit závěry o vlivu aditiva na vzhled materiálu.

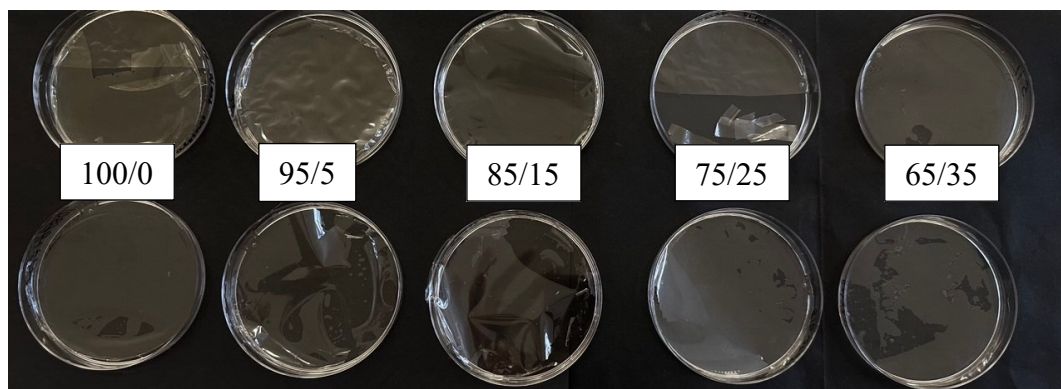
7 VYSLEDKY A DISKUSE

7.1 Vizuální hodnocení filmů

Připravené filmy na bázi alginátu sodného a *Aloe vera* byly hladké, homogenní a průhledné s mírně nažloutlým odstínem (Obr. 15). Podobně lze hodnotit i filmy s obsahem vitamínu C, které se ovšem jevily jako křehčí, což bylo potvrzeno i následnými mechanickými zkouškami (viz kapitola 7.7).

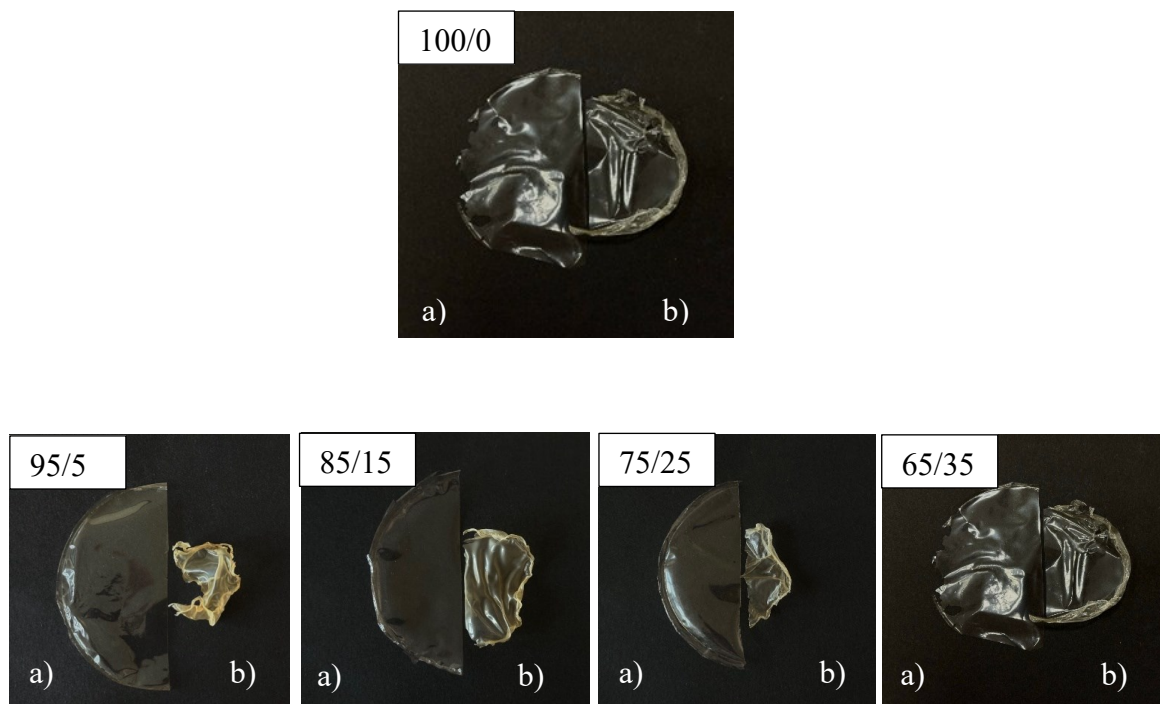
Jak je patrné z Obr. 16 až 18, vlivem zesíťování v roztocích CaCl_2 , $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ a $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ došlo k zásadní změně v charakteru filmů, které byly smršťené a značně tuhé. Zesíťované filmy získaly tmavší odstín, podle konkrétního použitého síťovacího činidla.

V případě CaCl_2 byly získané filmy nažloutlé, přičemž nejvýraznější změna byla zaznamenána u vzorků s nižším obsahem *Aloe vera* (Obr. 16).



Obrázek 15 Vzorky filmů alginát/*Aloe vera*: nahoře) bez vitamínu C; dole) s přidavkem 0,2 hm.% vitamínu C

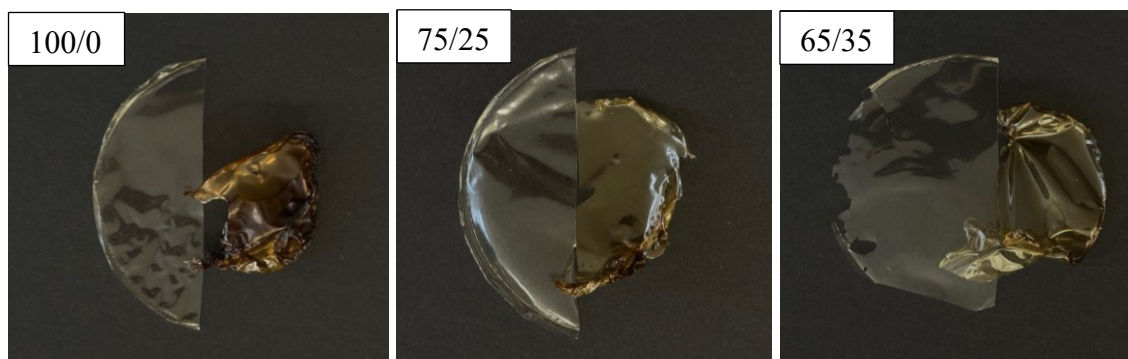
(zdroj: vlastní)



Obrázek 16 Vzorky filmů v různých poměrech alginát sodný/*Aloe vera*: a) nezesíťovaný, b) zesíťovaný 1% CaCl_2

(zdroj: vlastní)

Filmy zesíťované pomocí FeSO_4 získaly tmavší oranžovou barvu a prokázaly nejvyšší křehkost (Obr. 17). Během procesu síťování dochází ke změně molekulární struktury alginátu. Ionť železa obsažený ve struktuře FeSO_4 reaguje s alginátovými skupinami, což může vést k vytvoření tužší, méně flexibilní sítě, a tak k výraznému snížení elasticity filmů. Zesíťováním pomocí chloridu barnatého (BaCl_2) vznikly neprůhledné mléčné filmy (Obr. 18). Bez ohledu na typ použitého síťovacího činidla byl pozorován vliv rostoucího obsahu *Aloe vera* na vyšší flexibilitu vzorků.



Obrázek 17 Vzorky filmů v různých poměrech alginát sodný/*Aloe vera*: vlevo) nezesíťovaný; vpravo) zesíťovaný 1% FeSO_4

(zdroj: vlastní)



Obrázek 18 Vzorky filmů v různých poměrech alginát sodný/*Aloe vera*: vlevo) nezesíťovaný; vpravo) zesíťovaný 1% BaCl₂

(zdroj: vlastní)

7.1.1 Tloušťka filmů

Přídavek aktivních látek může významně ovlivnit charakter filmotvorných roztoků, jejich viskozitu, proces sušení, a následně také tloušťku připravených pevných vzorků úzce související s mechanickými vlastnostmi.

Tabulka 2 Tloušťka alginátových filmů

Vzorek	Tloušťka [mm]
100/0	0,48 ± 0,03
95/5	0,34 ± 0,02
85/15	0,46 ± 0,02
75/25	0,46 ± 0,01
65/35	0,50 ± 0,05
100/0/V2	0,41 ± 0,12
95/5/V2	0,27 ± 0,01
85/15/V2	0,37 ± 0,03
75/25/V2	0,37 ± 0,12
65/35/V2	0,44 ± 0,16

(zdroj: vlastní)

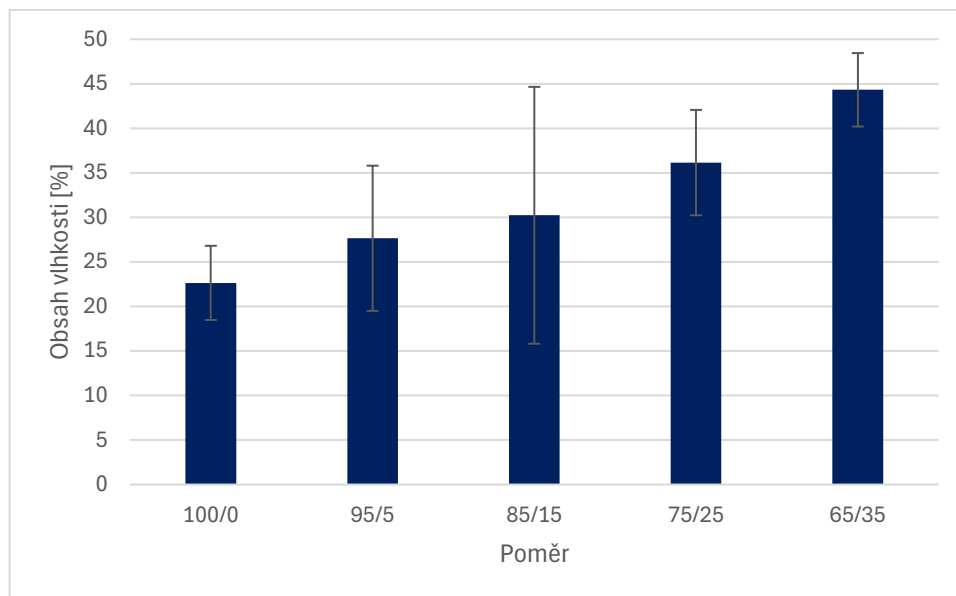
Z Tabulky 2 je patrné, že tloušťka připravených filmů se pohybovala v rozsahu od 0,3 do zhruba 0,5 mm, v závislosti na konkrétním poměru alginátu/*Aloe vera*, resp. přidaného vitamínu C. Přídavek vitamínu C způsobil snížení tloušťky filmů, bez ohledu na poměr mezi

nosným polymerem a aloe. U filmů s nižší koncentrací *Aloe vera* byla po přidání vitamínu C tloušťka 0,27 až 0,37 mm, zatímco s dalším zvyšováním obsahu *Aloe vera* (65/35) se tloušťka zvýšila na 0,44 mm. Autoři studie [48] připravili formulace na bázi aloe-alginát přidavkem citronového myrtonového oleje (LMO). Největší tloušťku vykazoval vzorek s poměrem složek aloe-alginát 25:75+LMO. Rozdíl v tloušťce mezi hydrogely s vyšším a nižším obsahem *Aloe vera* byl až dvojnásobný.

7.2 Obsah vlhkosti

Obsah vlhkosti má velký vliv na vlastnosti biopolymerů, jelikož může výrazně ovlivňovat podmínky zpracování i výsledné aplikace. V důsledku vyššího obsahu vlhkosti může dojít ke snížení viskozity taveniny, což komplikuje zpracování. Navíc má vysoká vlhkost značný vliv na mechanické charakteristiky materiálů, jako je tahová pevnost, či modul pružnosti. Proto je sledování úrovně vlhkosti ve všech fázích, od výroby až po použití, zásadní [49].

Bylo zjištěno, že přidavek aloe do alginátových filmů má významný dopad na obsah vlhkosti (Obr. 19). Zatímco u filmu 100/0 bez *Aloe vera* byl obsah vlhkosti pouze necelých 23 %, přidavek aloe způsobil nárůst tohoto parametru, a to až na 44 % v případě filmu 65/35. Je známo, že *Aloe vera* má hydratační vlastnosti a podporuje tvorbu ochranné bariéry, která chrání před ztrátou vlhkosti. K podobným výsledkům dospěl Hadi a kol. ve své práci [40], kde byl studován vliv přidání *Aloe vera* gelu na fyzikálně chemické vlastnosti biokompozitních filmů na bázi alginátu. Kontrolní film (bez *Aloe vera*) vykazoval obsah vlhkosti 2,6 %, zatímco u filmu s 50% koncentrací gelu došlo k nárůstu vlhkosti na necelých 16 %. Alginátový polymer je také znám pro svou schopnost vlhkost zadržovat, ale tyto účinky jsou ještě výrazně zesíleny v synergii s *Aloe vera*. Systémy obsahující kombinaci těchto složek mohou sloužit jako základ pro výrobu hydratačních pleťových masek, podporujících hloubkovou hydrataci pokožky, pro výrobu obvazů na léčbu ran a popálenin, poskytující optimální podmínky pro hojení a ochranu tkání.



Obrázek 19 Obsah vlhkosti filmů o různém poměru alginátu a *Aloe vera*
(zdroj: vlastní)

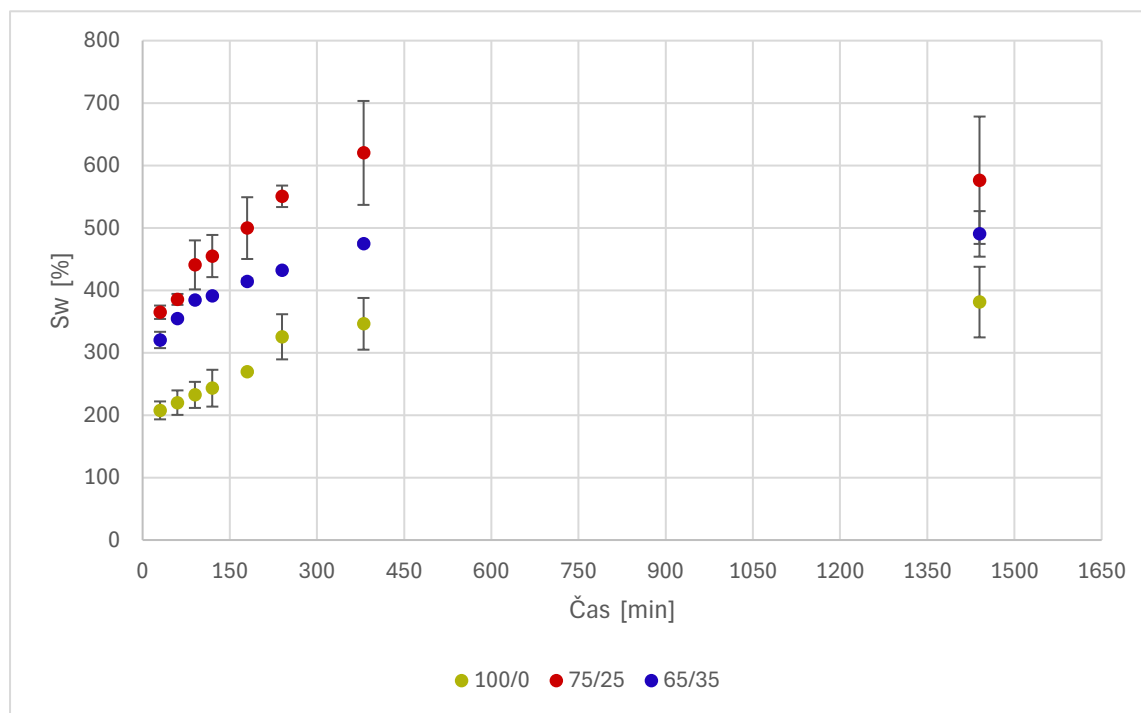
7.3 Botnáci kapacita

Významným parametrem u biodegradabilních polysacharidových systémů je jejich botnáci kapacita. Například u filmů využívaných pro hojení ran je velmi důležitá schopnost absorpce exsudátu z rány a zajištění tak vhodného prostředí pro regeneraci pokožky. Pro zhodnocení botnáci kapacity byly využity filmy bez (100/0) a s přidavkem aloe (75/25, 65/35) zesíťované pomocí roztoků CaCl_2 , BaCl_2 a FeSO_4 .

Na základě absorpčních profilů, uvedených v grafech (Obr. 20–22) lze potvrdit vliv aloe na absorpční schopnost, přičemž nejvyšších hodnot bylo dosaženo u filmů 75/25. Ze získaných trendů lze také pozorovat, že k ustálení rovnováhy došlo po 3 až 6 hodinách. V případě vzorků 100/0 zesíťovaných pomocí FeSO_4 došlo k jejich rozpadu a vážení v čase pak bylo značně problematické. Z toho důvodu bylo měření v tomto případě ukončeno po 4 hodinách (Obr. 22). Ovšem i s případnými ztrátami při stanovení hmotnosti lze vidět, že přidavek aloe zvýšil botnáci kapacitu vzorků. Podobně tomu bylo ve studii [48], kde maximální kapacita botnání byla pozorována u hydrogelů s vyšším obsahem *Aloe vera* (jak u kontrolního vzorku 25:75C, tak u hydrogelu s obsahem citronového oleje 25:75+LMO), což potvrzuje roli *Aloe vera* při zvyšování absorpční schopnosti. Naopak hydrogely s vyšším obsahem alginátu sodného (5:95C a 5:95+LMO) vykazovaly nižší botnání a tloušťku, což naznačuje, že absorpce vody byla omezena vysokou koncentrací alginátu. Vizuální rozdíl mezi filmy s a bez obsahu aloe po testu botnání lze vidět i na Obr. 23, kdy vzorky pouze na

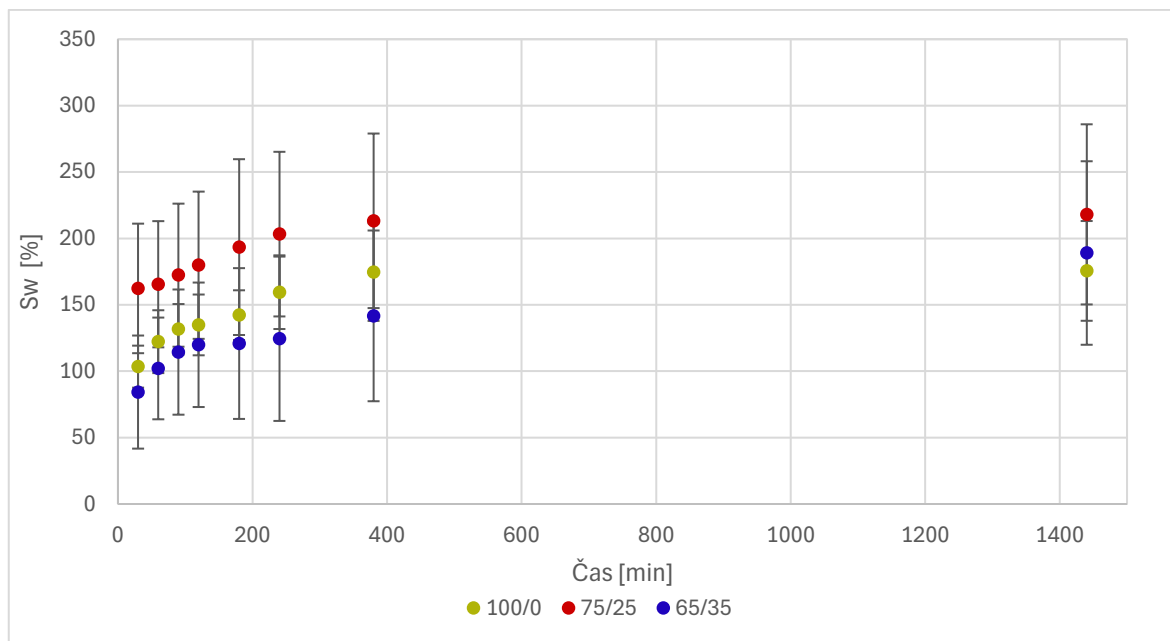
bázi alginátu byly mnohem křehčí. Důvodem může být fakt, že *Aloe vera* nejen zlepšuje hydrataci, ale také díky gelotvorným schopnostem napomáhá udržovat strukturní celistvost materiálu.

Výsledky studie [50] ukazují, že obsah *Aloe vera* v alginátových filmech významně ovlivňuje jejich absorpci vody a dobu potřebnou k dosažení rovnováhy. Čistý alginátový film a film s 5 % *Aloe vera* prokázaly rychlou absorpci vody, přičemž rovnovážného stavu bylo dosaženo po 90 minutách. U filmů s 15 a 25 % *Aloe vera* došlo v první fázi také k rychlé absorpci vody, ovšem následně se proces absorpce zpomalil a během testované doby (24 hodin) nebylo dosaženo rovnováhy. Je zřejmé, že alginátové filmy obsahující *Aloe vera* lze využít jako účinné systémy pro podporu hojení ran a regeneraci tkání, jelikož napomáhají udržovat optimální vlhkost rány a předcházet komplikacím spojeným s infekcí.

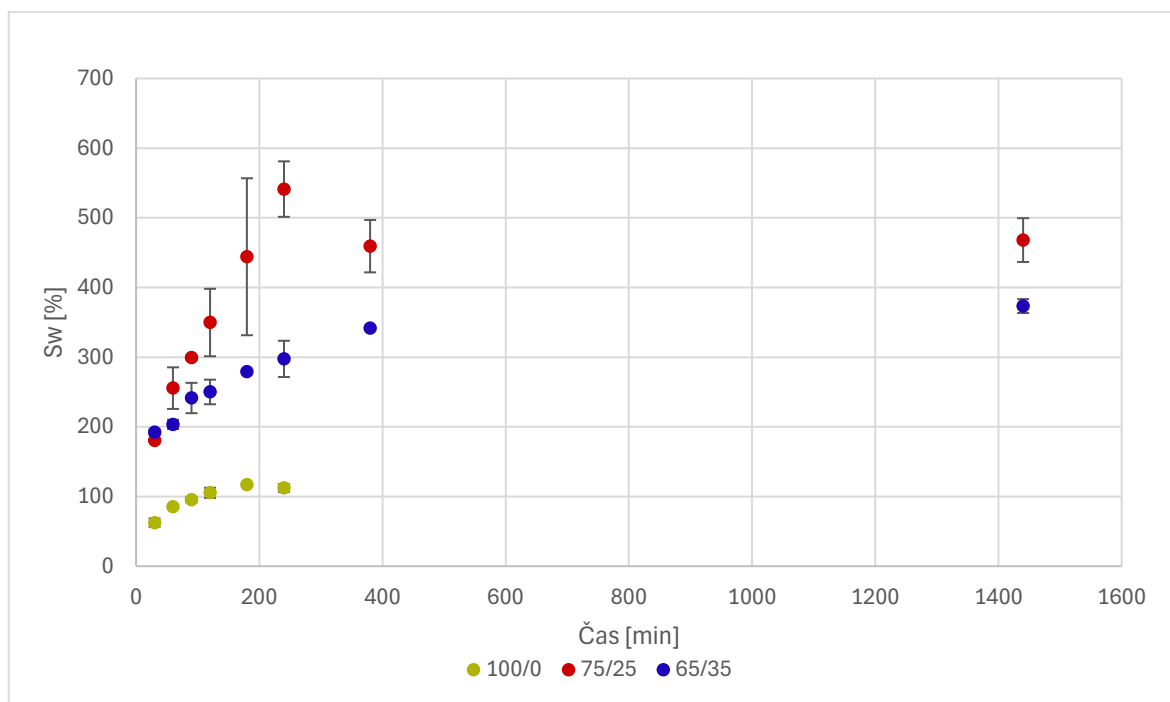


Obrázek 20 Kapacita botnění vzorků zesíťovaných CaCl_2

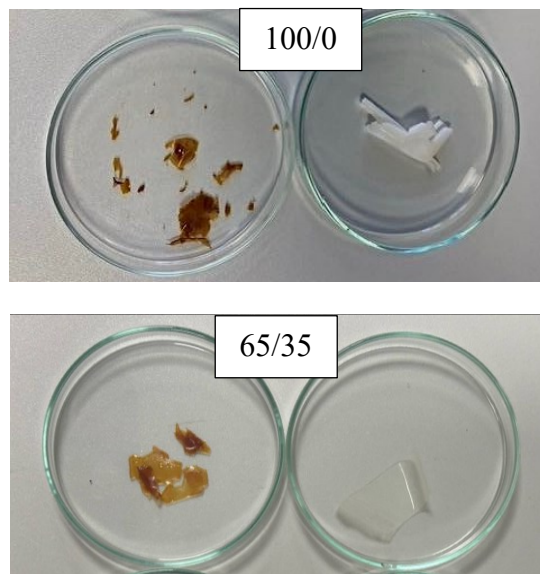
(zdroj: vlastní)

Obrázek 21 Kapacita botnění vzorků zesítovaných $BaCl_2$

(zdroj: vlastní)

Obrázek 22 Kapacita botnění vzorků zesítovaných $FeSO_4$

(zdroj: vlastní)

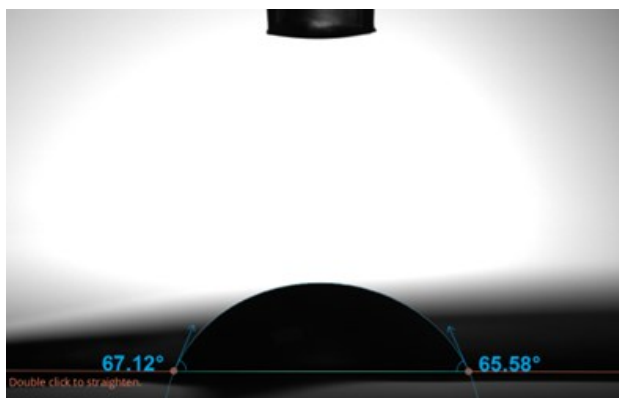


Obrázek 23 Vzorky po testu botnání: vlevo) zesít'ováno FeSO_4 ; vpravo) zesít'ováno CaCl_2

(zdroj: vlastní)

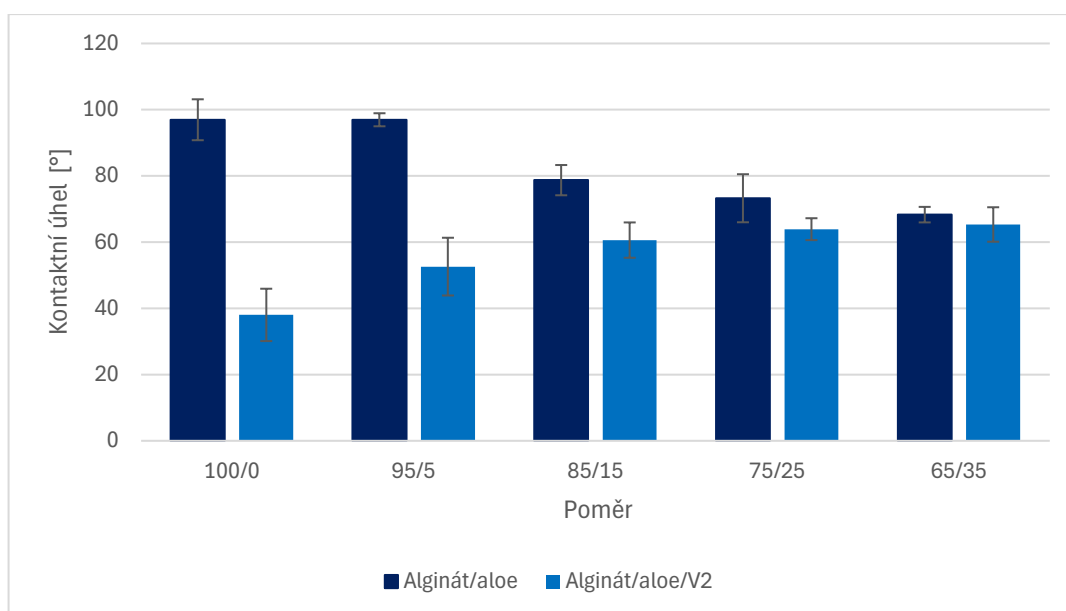
7.4 Smáčivost filmů

Smáčivost filmů byla hodnocena pomocí metody přisedlé kapky (Obr. 24). Měřením bylo prokázáno, že nejmenší smáčivost vykazovaly vzorky s vyšším podílem alginátu bez vitaminu C, přičemž nejvyšší hodnota kontaktního úhlu činila téměř 97° u vzorku 100/0 (Obr. 25). Bylo prokázáno, že s rostoucím podílem aloe je pozorováno postupné snižování kontaktního úhlu, na necelých 70° v případě poměru 65/35 (Obr. 25). Tento fakt poukazuje na zvýšení smáčivosti materiálů, což lze vysvětlit lepší interakcí polárních skupin *Aloe vera* s molekulami vody. Přídavek vitaminu C podpořil zvýšení smáčivosti vzorků dalším poklesem kontaktního úhlu, přičemž nejnižší hodnota (kontaktní úhel $38,02^\circ$) byla dosažena u vzorku obsahující alginát a vitamin C bez přídavku *Aloe vera* (100/0). Lze předpokládat, že u vzorků alginátu s vitamínem C došlo ke specifické interakci, která podpořila hydrofilní vlastnosti. Pokles kontaktního úhlu alginátových hydrogelových filmů vlivem přídavku aloe byl zaznamenán i autory studie [51]. Zatímco čistý alginátový film vykazoval kontaktní úhel s vodou 42° , inkorporací *Aloe vera* o koncentraci 25 % do alginátového filmu došlo k dalšímu poklesu kontaktního úhlu na 30° , což naznačuje zvýšení hydrofility modifikovaného filmu.



Obrázek 24 Přisedlá kapka vody na vzorku filmu 65/35

(zdroj: vlastní)



Obrázek 25 Hodnoty kontaktních úhlů alginátových filmů

(zdroj: vlastní)

Smáčivost byla měřena i u vybraných zesíťovaných filmů (Tabulka 3). Lze konstatovat, že kontaktní úhel pro film s poměrem 65/35 zesíťovaný pomocí CaCl_2 byl $57,3^\circ$, což je nižší hodnota než u jeho nezesíťovaného protějšku ($68,3^\circ$). To poukazuje na skutečnost, že vlivem CaCl_2 mohlo pravděpodobně dojít ke zvýšení povrchové energie, jelikož ionty vápníku mohou tvořit vazby s molekulami alginátu, čímž se snižuje dostupnost hydrofobních fragmentů. Při použití FeSO_4 jako síťovacího činidla je pozorován opačný trend, tj. zvýšení úhlu smáčení (u vzorku 65/35 na $73,8^\circ$ a u filmů 75/25 na $92,9^\circ$). Je tedy zřejmé, že použité síťovací činidlo může různým způsobem ovlivnit povrchové vlastnosti materiálů. Je ale také

důležité vzít v potaz ne zcela ideální homogenitu vzorků a dále značné nerovnosti, které komplikovaly měření smáčivosti zesíťovaných vzorků.

Tabulka 3 Hodnoty smáčivosti zesíťovaných alginátových filmů

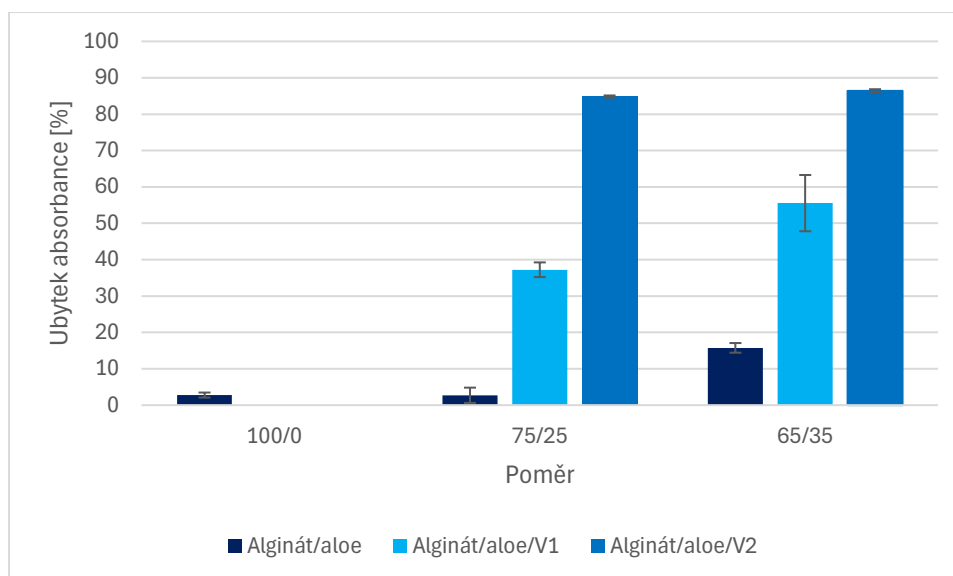
Vzorek	Úhel smáčení [°]
65/35 + CaCl ₂	57,3 + 7,0
65/35 + FeSO ₄	73,8+ 13,2
75/25 + FeSO ₄	92,9 + 1,3

(zdroj: vlastní)

7.5 Antioxidační aktivita

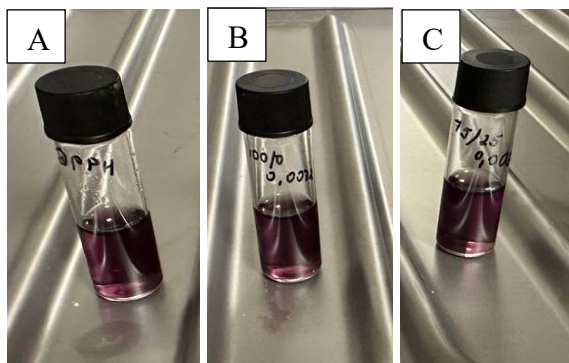
Pro testování antioxidačních účinků byl vybrán vzorek 100/0 bez přidaných aktivních látek, dále pak filmy 75/25 a 65/35 s nižší a vyšší koncentrací vitamínu C. Na základě výsledků v grafu (Obr. 26) lze pozorovat, že přidavek aloe způsobil mírné zvýšení antioxidačních účinků, konkrétně z hodnoty 3 % (vzorek 100/0) na 15 % (vzorek 65/35). Výraznější nárůst antioxidační aktivity byl ovšem sledován až u filmů s obsahem vitamínu C, přičemž nejlepší výsledek (úbytek absorbance 86 %) byl získán u filmu 65/35 s 0,2 hm.% vitamínu C. Barevná změna vzorků po interakci s roztokem DPPH z fialové na žlutooranžovou je patrná z Obr. 27–28. Je známo, že kombinace vitamínu C a *Aloe vera* vykazuje synergické účinky, prospívá pleti a celkovému zdraví. Vitamin C je klíčový pro syntézu kolagenu, což významně přispívá k elasticitě pokožky, a chrání buňky před poškozením volnými radikály. Díky své rozpustnosti ve vodě snadno proniká do pokožky, maximalizuje antioxidační účinek a podporuje obnovu buněk. Napomáhá aloe proniknout do hlubších vrstev pokožky, a poskytuje tak intenzivnější hydrataci a regeneraci. *Aloe vera* zase zklidňuje potenciální iritaci, kterou může způsobit vysoká koncentrace vitamínu C v některých produktech. Jejich kombinaci lze využít při péči o pleť, jako například v krémech a maskách. Používá se také v přípravcích po opalování a při léčbě drobných popálenin, ran a podráždění kůže. V doplňcích stravy tato kombinace posiluje imunitní systém a zlepšuje stav pokožky zevnitř [52].

Ve studii autorů Kaur a kol. [53] byla sledována antioxidační aktivita filmů na bázi chitosanu a gelu z *Aloe vera*, který ve 100% koncentraci vykazoval nejvyšší procento vychytávání radikálů DPPH (17,95 %). V kombinaci s chitosanem v poměru 40:60 byl získán výsledek okolo 9 %, tj. hodnota srovnatelná se vzorkem samotného chitosanu bez přídavku aloe. Námi připravený vzorek na bázi alginátu a *Aloe vera* v poměru 65:35 vykazoval vyšší aktivitu, a to 15,75 %. Systém na bázi alginátu a *Aloe vera* byl studován i autory studie [40], přičemž formulace složená z 60 % alginátu a 40 % *Aloe vera* (odpovídající nejvíce našemu vzorku 65/35) vykazovala antioxidační aktivitu pouze okolo 3 % (po 10 minutách). Tato se ovšem dále zvyšovala s časem až na 20 % po 240 minutách měření.



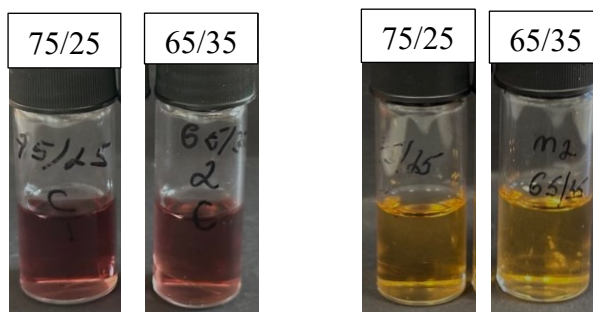
Obrázek 26 Antioxidační aktivita alginátových filmů

(zdroj: vlastní)



Obrázek 27 Testování antioxidační aktivity vzorků bez vitaminu C: a) roztok DPPH, b) 100/0, c) 75/25

(zdroj: vlastní)



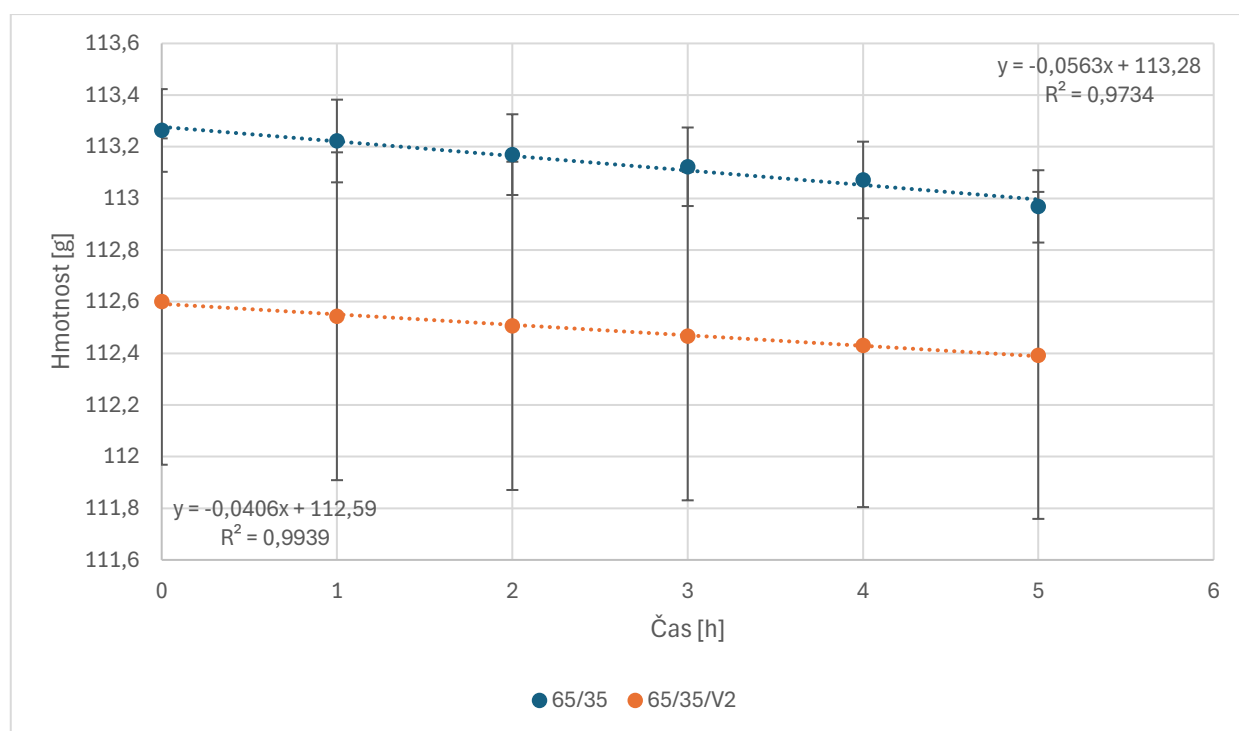
Obrázek 28 Testování antioxidační aktivity vzorků s 0,1 hm.% (vlevo) a 0,2 hm.% (vpravo) vitaminu C

(zdroj: vlastní)

7.6 Stanovení propustnosti pro vodní páry

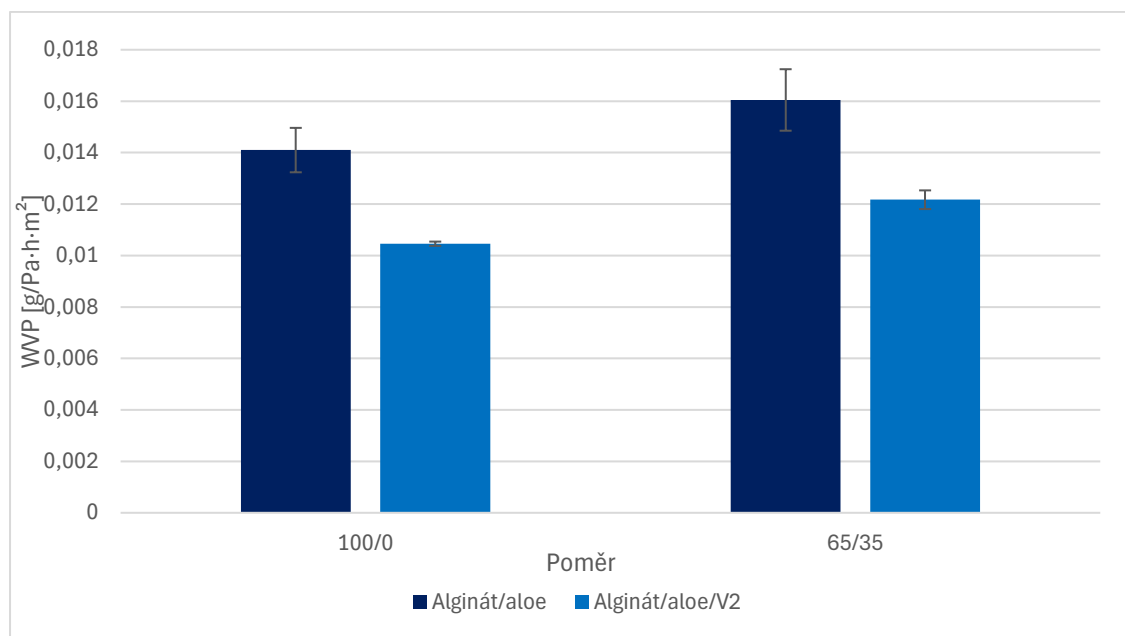
Propustnost pro vodní páry je důležitým ukazatelem odrážejícím poměr hydrofilních a hydrofobních skupin v daném materiálu, což následně ovlivňuje jeho finální aplikace. Propustnost byla stanovena z úbytku hmotnosti vzorků filmů v čase (viz Obr. 29). Souhrnné výsledky jsou znázorněny na Obr. 30. Je patrné, že přidavek *Aloe vera* způsobil mírný nárůst propustnosti pro vodní páry (a to z $14 \cdot 10^{-3} \text{ g/Pa} \cdot \text{h} \cdot \text{m}^2$ u filmu 100/0 na $16 \cdot 10^{-3} \text{ g/Pa} \cdot \text{h} \cdot \text{m}^2$ u vzorku s 35 % podílem aloe). Opačný trend, tedy snížení hodnot propustnosti, byl zaznamenán ve studii [40], kde přidání *Aloe vera* do alginátových filmů významně snížilo propustnost pro vodní páry (na $1,13 \cdot 10^{-10} \text{ g/s} \cdot \text{Pa}$ při 50 % koncentraci gelu). Při hodnocení bariérových vlastností hraje roli nejen koncentrace, ale i forma aditiva, tj. zda se přidává ve formě gelu, či prášku apod. Naše vzorky byly připraveny s využitím aloe ve formě prášku, který nemusí vykazovat stejnou úroveň gelovatění a schopnost hydratace jako jeho tekutý protějšek.

Na druhou stranu, přidavek vitamínu C vedl k poklesu hodnot, které se pohybovaly od $10,5 \cdot 10^{-3}$ do $12 \cdot 10^{-3}$ g/Pa·h·m². Lze předpokládat, že mezi vitamínem a polymerem dochází k vzájemné interakci, která může vést k strukturálním změnám a v důsledku toho ke zlepšení bariérových vlastností. Snížení propustnosti obecně lze vysvětlit zmenšením intermolekulárního prostoru pro pohyb vody v důsledku vzájemných interakcí mezi polysacharidy.



Obrázek 29 Úbytek hmotnosti filmů 65/35 při stanovení propustnosti

(zdroj: vlastní)



Obrázek 30 Propustnost pro vodní páry vzorků alginátových filmů

(zdroj: vlastní)

7.7 Mechanické zkoušky

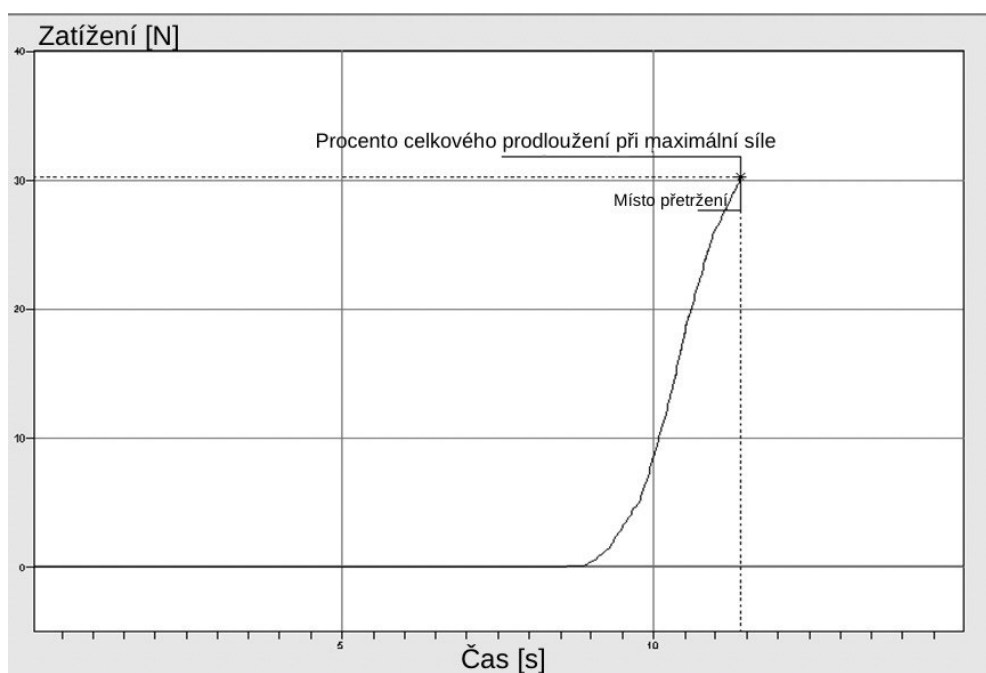
Hlavním účelem mechanických zkoušek je určit mezní napětí, kterému je materiál schopen odolat, a také vyhodnotit jeho tažnost a elasticitu. Mechanické vlastnosti byly testovány pomocí měření pevnosti v tahu, přičemž příklad silové křivky je zobrazen na Obr. 31. Na dalších grafech (Obr. 32 a 33) lze vidět souhrnné výsledky měření pevnosti v tahu a procenta celkového prodloužení při maximální síle.

Z Obr. 32 je patrné, že nejvyšší pevnost v tahu (41 MPa) vykazoval film pouze na bázi alginátu (100/0), zatímco přídavek *Aloe vera* vedl k poklesu tahové pevnosti, a to přímo úměrně s jeho koncentrací, až na 18 MPa. Filmy s přídavkem vitamínu C vykazovaly horší mechanické vlastnosti, přičemž největší pokles (téměř 90 % oproti kontrolnímu vzorku 100/0) byl pozorován u vzorku s největším zastoupením aloe.

Pokles pevnosti filmu se zvyšujícím se obsahem *Aloe vera* byl sledován i ve studii [40]. Přestože při nižších koncentracích aloe (10 %) nejdříve došlo k mírnému navýšení hodnot, další zvyšování obsahu aloe na 50 % vedlo k poklesu pevnosti z původních 21 na 17,5 MPa. Důvodem může být vysoký obsah vody v gelu, díky čemuž dochází ke strukturálním změnám v polymerní matici.

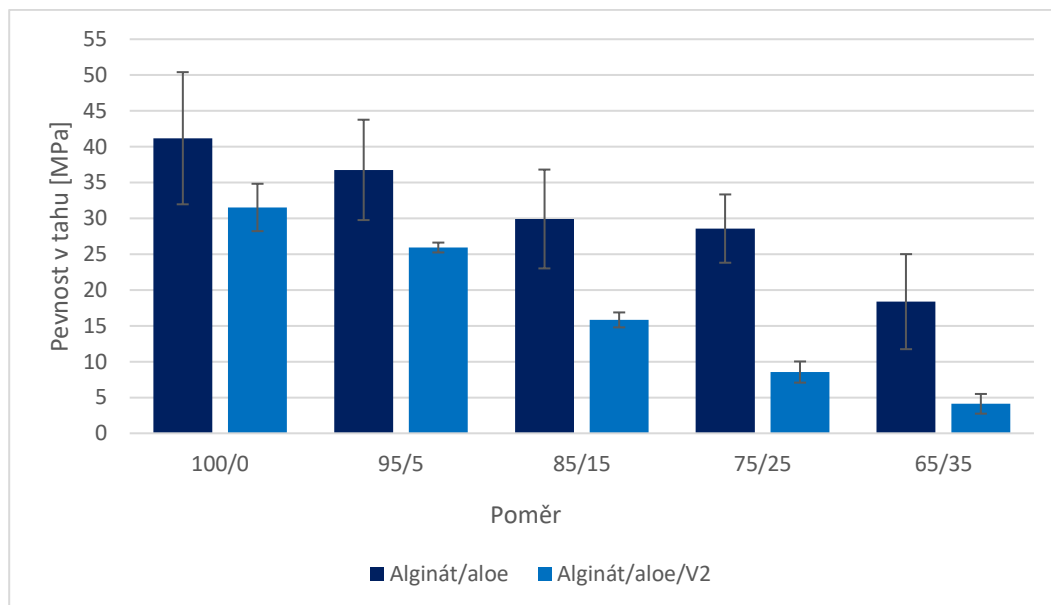
S rostoucí koncentrací aloe došlo zároveň k poklesu elasticity připravených filmů (Obr. 33). U filmu bez *Aloe vera* (100/0) bylo naměřeno prodloužení při přetržení 12,62 %, zatímco výrazně nižší elasticita 3 % byla prokázána u filmů s poměrem alginátu a aloe 65/35. U filmů s vitaminem C byl pozorován podobný trend, tj. nejvyšší prodloužení (téměř 8 %) bylo naměřeno u vzorku 100/0 ve srovnání se vzorkem 65/35, kde tato hodnota klesla na necelá 2 %. Tyto výsledky naznačují, že přidání funkčních komponent výrazně mění mechanické vlastnosti. Mezi nosným polymerem alginátem a vitaminem může docházet k interakcím, které mohou zvýšit křehkost a ovlivnit tak výslednou stabilitu a mechanickou odolnost materiálu.

Optimalizace obsahu aktivních látek, jako je například *Aloe vera*, je nezbytná pro dosažení rovnováhy mezi elasticitou a pevností látky, protože její nadměrné množství může vést ke zhoršení pevnostních charakteristik filmu.



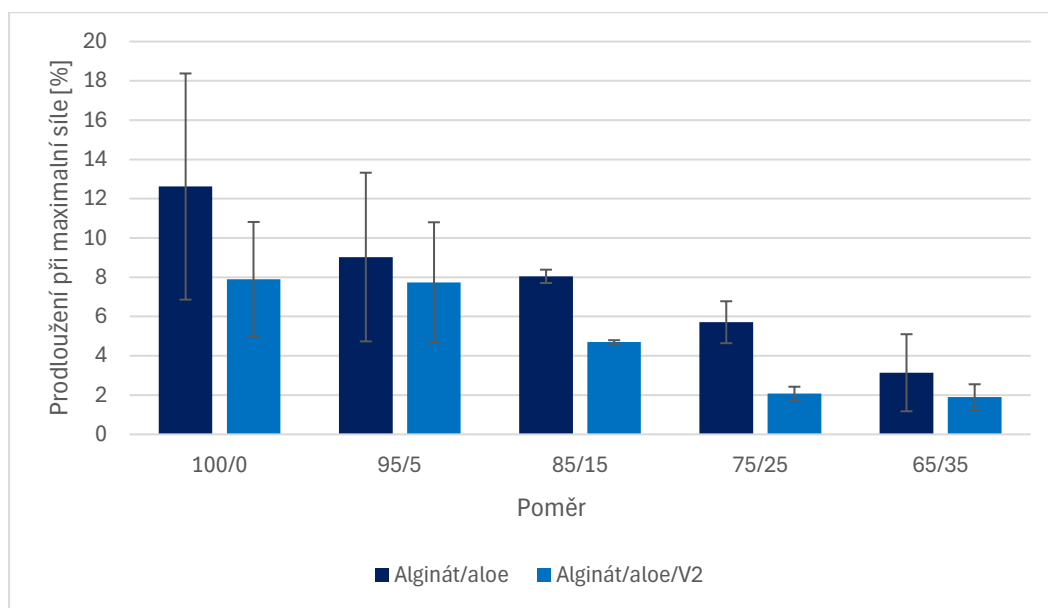
Obrázek 31 Vyhodnocení tahové pevnosti z texturometru pro vzorek 65/35

(zdroj: vlastní)



Obrázek 32 Pevnost v tahu vzorků alginátových filmů

(zdroj: vlastní)



Obrázek 33 Prodloužení při přetržení vzorků alginátových filmů

(zdroj: vlastní)

7.8 Kolometrické stanovení

Barva je jedním z nejdůležitějších atributů materiálu, který může významně ovlivnit přijetí daného výrobku spotřebitelem. Výsledky kolorimetrického měření jsou shrnuty v Tabulce 4. Parametr b, který odráží příspěvek žluté barevné složky, se zvyšuje s vyšším podílem aloe (4,65 u vzorku 100/0 na 7,05 u filmu v poměru 75/25). Poměrně výrazné zvýšení parametru

b lze sledovat i u vzorku s přidavkem vitamínu C k čistému alginátu (z 4,65 na 8,55). To může být způsobeno redoxními vlastnostmi vitamínu C, které ovlivňují pigmenty ve struktuře filmu [54]. U filmu s obsahem 25 % podílu aloe již není změna ve žlutém spektru po přidavku vitamínu C tak výrazná (7,05 na 7,31). Méně významný vliv modifikace alginátu prostřednictvím aloe na parametry a, b byl prokázán autory studie [40]. Z Tabulky 4 lze také pozorovat, že parametr ΔE se výrazněji změnil u vzorku bez obsahu *Aloe vera* (3,97), zatímco film obsahující aloe i vitamin C vykazoval hodnotu ΔE nižší, a to 1,04. Lze tedy konstatovat, že aditiva, jak aloe, tak vitamin C ovlivňují barevné charakteristiky alginátových filmů.

Tabulka 4 Barevné charakteristiky vybraných alginátových filmů

Poměr	ΔE	L^*	a^*	b^*
100/0	-	89,58	-1,04	4,65
100/0/V2	3,97	88,98	-1,52	8,55
75/25	-	88,94	-1,41	7,05
75/25/V2	1,04	88,07	-0,89	7,31

(zdroj: vlastní)

7.9 Dotazníkové šetření

Do dotazníkového šetření se zapojilo 40 respondentů, a to mužů i žen, ve věkové skupině 18–50 let, přičemž zastoupení žen převažovalo (přes 87 %).

Účelem dotazníku bylo zjistit míru informovanosti veřejnosti o výhodách a využití *Aloe vera* v různých oblastech. Výsledky ukázaly (Tabulka 5), že většina respondentů (75 %) měla povědomí o možnosti použití aloe v kosmetice, nejčastěji ve formě gelů nebo krémů, méně často bylo zmiňováno použití masek nebo tělových mlék (32,5 %). Pokud jde o hodnocení ceny, většina respondentů se domnívá, že produkty s *Aloe vera* se pohybují v průměrné nebo mírně nadprůměrné cenové relaci, což je činí dostupnými širokému spektru spotřebitelů. Důležitým aspektem je, že respondenti nejčastěji používají *Aloe vera* pro hydrataci a zklidnění pokožky, spíše než pro hojení ran nebo ochranu před sluncem. 57,5 %

respondentů poznamenalo, že se o vlastnostech *Aloe vera* v kosmetice dozvěděli především prostřednictvím sociálních sítí nebo rad od přátel. Většina respondentů vnímá tuto rostlinu a produkty s jejím obsahem pozitivně. Z nejdůležitějších účinků, které respondenti označili, lze zmínit zklidnění pokožky a protizánětlivé účinky. Na základě výsledků dotazníku lze říci, že *Aloe vera* je v naší společnosti poměrně oblíbenou rostlinou. Většina lidí zná její zklidňující a protizánětlivé účinky, které z ní činí výjimečnou složku v péči o pleť.

Tabulka 5 Dotazníkové odpovědi

Otázka	Odpověď	Počet
Pohlaví	Žena	35
	Muž	5
Do které věkové skupiny patříte?	12–17	3
	18–29	27
	30–44	6
	45 a víc let	4
Víte o používání <i>Aloe vera</i> v kosmetice?	Ano, aktivně ji používám	33
	Ano, ale nikdy jsem nepoužíval/a	3
	Ne, neslyšel/a jsem o její použití v kosmetice	4
Používali jste někdy kosmetiku s <i>Aloe vera</i> ?	Ano	33
	Ne	7
Kterému výrobku s <i>Aloe vera</i> dáváte přednost?	Gel	18
	Krém	12
	Maska	9
	Pleťové mléko	1

(zdroj: vlastní)

Tabulka 5 Dotazníkové odpovědi (pokračování)

Jak hodnotíte účinnost <i>Aloe vera</i> v péči o pleť?	Velmi vysoká	5
	Záněty	12
	Vysoká	18
	Střední	14
Jak často používáte výrobky z <i>Aloe vera</i> ?	Nízká	2
	Několikrát týdně	13
	Zřídka	21
	Nikdy	3
Jak jste se dozvěděli o vlastnostech <i>Aloe vera</i> ?	Reklama	9
	Doporučení od přátel	11
	Výzkum / články	8
	Sociální média	12
Považujete <i>Aloe vera</i> za bezpečnou složku v kosmetice?	Ano	36
	Ne	4
Jaké jsou podle vás nejdůležitější účinky <i>Aloe vera</i> ?	Hydratace	9
	Zklidnění	11
	Ochrana před záněty	18
	Účinek proti stárnutí	2

(zdroj: vlastní)

Tabulka 5 Dotazníkové odpovědi (pokračování)

Jak hodnotíte cenu kosmetiky s <i>Aloe vera</i> ?	Velmi vysoká	2
	Vysoká	5
	Cenově dostupná	27
	Nízká	2

(zdroj: vlastní)

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce byla příprava a charakterizace alginátových filmů s obsahem *Aloe vera* a zhodnocení vlivu přídavku této rostlinné bioaktivní látky na fyzikálně-chemické a antioxidační vlastnosti získaných materiálů.

Byly připraveny vzorky o různých poměrech alginátového polymeru a aloe, a také byl testován vliv přídavku vitaminu C. Výsledné filmy vykazovaly tloušťku od 0,3 do cca 0,5 mm, byly homogenní a průhledné, s mírně nažloutlým nádechem. Vlivem zesíťování alginátových filmů pomocí vybraných typů činidel (BaCl_2 , FeSO_4 , CaCl_2) došlo ke značnému zvýšení tuhosti a změně barvy na výrazně tmavší.

Mezi významné povrchové vlastnosti filmů patří smáčivost, která napomáhá posoudit jejich interakci s kapalinami, což je důležité v souvislosti s výrobou obvazů nebo hydratačních masek. Smáčivost filmů byla ovlivněna jak poměrem alginát/aloe, tak přítomností vitaminu C. Nejvyšší kontaktní úhel (téměř 97°) byl naměřen pro vzorek 100/0, zatímco se zvyšováním podílu *Aloe vera* došlo k postupnému poklesu úhlu (pod 70° pro poměr 65/35). Smáčivost byla ještě více podpořena přídavkem vitaminu C (hodnoty se pohybovaly v rozmezí 38 až 65°).

Dalším sledovaným parametrem byla propustnost filmů, která ovlivňuje schopnost materiálu propouštět kapaliny a plyny, což je důležité pro udržení vlhkosti rány nebo kůže. Na základě získaných dat lze konstatovat, že přídavek *Aloe vera* mírně zvýšil propustnost filmů, což je spojeno se změnou poměru hydrofilních a hydrofobních skupin v jejich složení. Testování mechanických vlastností odhalilo, že nejvyšší pevnost v tahu prokázaly filmy na bázi samotného alginátu (41 MPa), zatímco po přídavku aloe a vitaminu C došlo k poklesu hodnot. Elasticita se také snižovala s rostoucí koncentrací účinných látek. Zatímco u vzorku 100/0 bylo prodloužení při přetržení 12,62 %, u filmu v poměru 65/35 byla naměřena hodnota pouze 3 %. Tyto změny potvrzují, že přítomnost aktivních složek činí filmy křehčí.

Přítomnost *Aloe vera* v alginátových filmech výrazně zvýšila obsah vlhkosti (z 23 % na 44 %), přičemž největší hodnota byla zjištěna u poměru 65/35. Je známo, že *Aloe vera* zlepšuje hydratační vlastnosti filmů a zabraňuje ztrátě vlhkosti, což výsledné systémy předurčuje k výrobě hydratačních masek a obvazů pro léčbu popálenin a ran, poskytujících optimální podmínky pro hojení tkání. Tento fakt byl potvrzen i studií botnací kapacity prováděné na zesíťovaných alginátových filmech, kdy nejvyšší hodnoty absorpce byly

zaznamenány u vzorku v poměru alginát/aloe 75/25, což potvrzuje vliv aloe na hydrataci materiálu.

Jak bylo výše zmíněno, rostlina aloe je bohatým zdrojem řady bioaktivních sloučenin. Z toho důvodu byl důraz kladen na testování antioxidační aktivity, která je důležitá pro ochranu tkání před oxidačním stresem. Přídavek *Aloe vera* do alginátové matrice způsobil mírné zvýšení antioxidačních vlastností, ovšem výraznější nárůst aktivity byl zaznamenán u vzorků s obsahem vitamin C (v případě poměru 65/35 s 0,2 hm.% vitaminu C činil úbytek absorbance až 86 %).

Závěrem lze říci, že alginát jako přírodní polymer má vynikající gelotvorné vlastnosti, které v kombinaci s hydratačními a hojivými složkami *Aloe vera* jsou velmi užitečné pro přípravu unikátních funkčních filmů. Oblíbenost této rostlinné bioaktivní složky byla prokázána i doplňujícím dotazníkovým šetřením. Výsledky diplomové práce mohou poskytnout základ pro další studium v oblasti dané problematiky, zaměřené na účinky *Aloe vera* v bioaktivních systémech.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] *Aloe vera: užitečné rady : [krása, zdraví, kuchyně, recepty]*. Užitečné rady. Říčany: SUN, 2012. ISBN 978-80-7371-434-5.
- [2] FABER, Lee. *Aloe Vera: The Natural Healing Choice*. Abbeydale Pres. 2008. ISBN 9781861472373.
- [3] CHEUNG, Randy; NG, Tzi; WONG, Jack a CHAN, Wai. Chitosan: An Update on Potential Biomedical and Pharmaceutical Applications. Online. *Marine Drugs*. 2015, roč. 13, č. 8, s. 5156-5186. ISSN 1660-3397. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/md13085156>. [cit. 2024-10-01].
- [4] LLAMAS, Kirsten Albrecht. *Tropical flowering plants : a guide to identification and cultivation*. Portland : Timber Press, 2003. ISBN 0881925853.
- [5] TYCHTLOVÁ, Michaela. Bylinky naší prabáby: Léčivá moc přírody. In: . XYZ, 2024, s. 32-34. ISBN 978-80-7683-484-2.
- [6] *Aloe arborescens (Torch Aloe)*. Online. In: Gardenia.net. Dostupné z: <https://www.gardenia.net/plant/aloe-arborescens-torch-aloe>. [cit. 2024-11-03].
- [7] VAN DER MERWE, H. a GELDENHUYS, C. Proposed long-term monitoring protocol and applications for *Aloidendron dichotomum* populations. Online. In: *South African Journal of Botany*. 2017, s. 253-262. ISSN 02546299. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2017.01.008>. [cit. 2024-11-03].
- [8] *Aloe dichotoma*. Online. In: *Aloes in Wonderland*. Dostupné z: <https://www.aloesinwonderland.com/plant-gallery/aloe-dichotoma>. [cit. 2024-11-03].
- [9] WALKER, Colin Charles. *Aristaloe aristata: a unique monotypic species*. Online. 2021, s. 76-79. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/355904236_Aristaloe_aristata_a_unique_monotypic_species. [cit. 2024-11-03].

- [10] *Строение алоэ к каким условия*. Online. Microgreen Market. Dostupné z: <https://microgreen-market.ru/stroenie-aloe-k-kakim-usloviya/>. [cit. 2025-02-21].
- [11] *Aloe aristata (Torch Plant)*. Online. In: Gardenia.net. Dostupné z: <https://www.gardenia.net/plant/aloe-aristata-torch-plant>. [cit. 2024-11-03].
- [12] GUO, Weijia; ANANTHARAJAN, Senthil Kumar; LIU, Kui; DENG, Hui a AMINATUN. Investigation of Electrochemical Oxidation Behaviors and Mechanism of Single-Crystal Silicon (100) Wafer under Potentiostatic Mode. Online. *Coatings*. 2020, roč. 10, č. 6. ISSN 2079-6412. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/coatings10060586>. [cit. 2024-11-03].
- [13] Надежда. *Секреты ухода за алоэ пёстрым и его лечебные свойства*. Online. 28.01.2019. Dostupné z: <https://delaogorodnie.ru/komnatnyie-rasteniya/aloe-pyostroe-lechebnye-svoystva-vyrashchivanie>. [cit. 2024-11-16].
- [14] *Gonialoe variegata (Tiger Aloe)*. Online. In: Gardenia.net. Dostupné z: <https://www.gardenia.net/plant/gonialoe-variegata-grow-care-guide>. [cit. 2024-11-03].
- [15] ELKINS, Rita a TENNEY, Deanne. *Aloe Vera Woodland Health Series*. Woodland Publishing, 1997. ISBN 1885670605.
- [16] JAVED, Shabnam; ATTA-UR-RAHMAN, FREDERICK A.; ESTEPA, Amparo a MICOL, Vicente. Aloe Vera Gel in Food, Health Products, and Cosmetics Industry. Online. *Journal of Environmental Science and Health, Part C. Studies in Natural Products Chemistry*. 2014, roč. 24, č. 1, s. 261-285. ISBN 9780444632944. ISSN 1059-0501. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63294-4.00009-7>. [cit. 2024-10-12].
- [17] MONDAL, Md. Ibrahim H.; SAHA, Joykrisna; RAHMAN, Md. Ashadur; ZOU, Lin; FANG, Zhexiang et al. Functional Applications of Aloe vera on Textiles: A Review. Online. *Journal of Polymers and the Environment*. 2021, roč. 29, č. 4, s. 993-1009. ISSN 1566-2543. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10924-020-01931-4>. [cit. 2024-10-14].

- [18] MORAVCOVÁ, Jitka. *Pomůcka Biologicky aktivní přírodní látky*. Online. Praha: VŠCHT Praha, 2006. Dostupné z: <https://www.yumpu.com/xx/document/view/23052933/pomucka-biologicky-aktivni-prirodni-latky>. [cit. 2025-02-20].
- [19] ESHUN, KOJO; HE, QIAN; RAHMAN, Md. Ashadur; ZOU, Lin; FANG, Zhexiang et al. Aloe Vera: A Valuable Ingredient for the Food, Pharmaceutical and Cosmetic Industries—A Review. Online. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2004, roč. 44, č. 2, s. 91-96. ISSN 1040-8398. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/10408690490424694>. [cit. 2024-09-12].
- [20] ADAMU TIZAZU, Yadeta; RAPHAEL, Brooke; WHITESIDE, Eliza J.; WINDUS, Louisa C.E.; KAUTER, Kate et al. Food applications of Aloe species: A review. Online. *Journal of Plant Science and Phytopathology*. 2022, roč. 6, č. 2, s. 024-032. ISSN 25750135. Dostupné z: <https://doi.org/10.29328/journal.jpssp.1001070>. [cit. 2025-02-20].
- [21] SCHLOSSMAN, Mitchell L. The Chemistry and Manufacture of Cosmetics: Volume III, Ingredients. In: . 3rd.ed. S. 291-292. ISBN 0931710774.
- [22] SONAWANE, Sachin K.; GOKHALE, Jyoti S.; MULLA, Mehrajfatema Z.; KANDU, Vrinda R. a PATIL, Sonal. A comprehensive overview of functional and rheological properties of aloe vera and its application in foods. Online. *Journal of Food Science and Technology*. 2021, roč. 58, č. 4, s. 1217-1226. ISSN 0022-1155. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04661-6>. [cit. 2024-09-12].
- [23] SURJUSHE, Amar; VASANI, Resham; SAPLE, DG; LIPINSKI, Leandro Cavalcante; CARLETTO, Bruna et al. Aloe vera: A short review. Online. *Indian Journal of Dermatology. Studies in Natural Products Chemistry*. 2014, roč. 53, č. 4, s. 261-285. ISBN 9780444632944. ISSN 0019-5154. Dostupné z: <https://doi.org/10.4103/0019-5154.44785>. [cit. 2024-10-12].
- [24] BOUDREAU, MARY D.; BELAND, FREDERICK A.; ESTEPA, Amparo a MICOL, Vicente. An Evaluation of the Biological and

- Toxicological Properties of Aloe Barbadensis (Miller), Aloe Vera. Online. *Journal of Environmental Science and Health, Part C*. 2006, roč. 24, č. 1, s. 103-154. ISSN 1059-0501. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/10590500600614303>. [cit. 2024-10-12].
- [25] BARCROFT, Alasdair a MYSKJA, Dr Audun. *Aloe vera : nature's silent healer*. London: BAAM, 2003. ISBN 0-9545071-0-X.
- [26] CANO-VICENT, Alba; TUÑÓN-MOLINA, Alberto; BAKSHI, Hamid; SABATER I SERRA, Roser; ALFAGIH, Iman M. et al. Biocompatible Alginate Film Crosslinked with Ca²⁺ and Zn²⁺ Possesses Antibacterial, Antiviral, and Anticancer Activities. Online. *ACS Omega*. 2023, roč. 8, č. 27, s. 24396-24405. ISSN 2470-1343. Dostupné z: <https://doi.org/10.1021/acsomega.3c01935>. [cit. 2024-10-02].
- [27] LINDSEY, K.L.; JÄGER, A.K.; VILJOEN, A.M. a VAN WYK, B.-E. Cyclooxygenase inhibitory activity of Aloe species. Online. *South African Journal of Botany*. 2002, roč. 68, č. 1, s. 47-50. ISSN 02546299. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0254-6299\(16\)30453-7](https://doi.org/10.1016/S0254-6299(16)30453-7). [cit. 2024-06-21].
- [28] ALVES, Daiane S.; PÉREZ-FONS, Laura; ESTEPA, Amparo a MICOL, Vicente. Membrane-related effects underlying the biological activity of the anthraquinones emodin and barbaloin. Online. *Biochemical Pharmacology*. 2004, roč. 68, č. 3, s. 549-561. ISSN 00062952. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.bcp.2004.04.012>. [cit. 2024-09-12].
- [29] LIU, Xiaocui; YOU, Lijun; TARAFDER, Solaiman; ZOU, Lin; FANG, Zhexiang et al. Curcumin-releasing chitosan/aloe membrane for skin regeneration. Online. *Chemical Engineering Journal*. 2019, roč. 359, č. 8, s. 1111-1119. ISSN 13858947. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2018.11.073>. [cit. 2024-10-10].
- [30] ZATALINI, Dioni fadia; HENDRADI, Esti; PHILIP DRAKE, Jack a SARI, Retno. The Effect of Chitosan and Polyvinyl Alcohol Combination on Physical Characteristics and Mechanical Properties of Chitosan-PVA-Aloe vera Film: An Update on Potential Biomedical and Pharmaceutical Applications. Online. *JURNAL FARMASI DAN ILMU KEFARMASIAN*

- INDONESIA. 2023, roč. 10, č. 2, s. 151-161. ISSN 2580-8303. Dostupné z: <https://doi.org/10.20473/jfiki.v10i22023.151-161>. [cit. 2024-10-02].
- [31] KULICHENKO, E.O.; POZDNYAKOV, D.I. a TEMIRBULATOVA, A.M. Study of the anti-inflammatory activity of aloe vera juice. Online. Dostupné z: <https://doi.org/10.24412/2075-4094-2023-2-3-8>. [cit. 2024-10-02].
- [32] Manvita, K., Bidya, B. Aloe vera: a wonder plant its history, cultivation and medicinal uses. *Journal od Pharmacognosy and Phytochemistry* 2014, 2, 85-88
- [33] SÁNCHEZ, Marta; GONZÁLEZ-BURGOS, Elena; IGLESIAS, Irene a GÓMEZ-SERRANILLOS, M. Pilar. Pharmacological Update Properties of Aloe Vera and its Major Active Constituents. Online. *Molecules*. 2020, roč. 25, č. 6. ISSN 1420-3049. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/molecules25061324>. [cit. 2024-10-02].
- [34] RAHMANI, ArshadH; ALDEBASI, YousefH; SRIKAR, Sauda; KHAN, AmjadA a ALY, SalahM. Aloe vera: Potential candidate in health management via modulation of biological activities. Online. *Pharmacognosy Reviews*. 2015, roč. 9, č. 18. ISSN 0973-7847. Dostupné z: <https://doi.org/10.4103/0973-7847.162118>. [cit. 2024-10-02].
- [35] YOSHIDA, Cristiana M. P.; PACHECO, Murilo S.; DE MORAES, Mariana A.; LOPES, Patrícia S.; SEVERINO, Patrícia et al. Effect of Chitosan and Aloe Vera Extract Concentrations on the Physicochemical Properties of Chitosan Biofilms. Online. *Polymers*. 2021, roč. 13, č. 8, s. 8-15. ISSN 2073-4360. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/polym13081187>. [cit. 2024-9-14].
- [36] HIKMAWATI, D; ROHMADANIK, A R; PUTRA, A P; SISWANTO a AMINATUN. The Effect of Aloe vera Extract Variation in Electrospun Polyvinyl Alcohol (PVA)- Aloe vera -Based Nanofiber Membrane. Online. *Journal of Physics: Conference Series*. 2018, roč. 1120. ISSN 1742-6588. Dostupné z: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1120/1/012096>. [cit. 2024-11-03].

- [37] KHANZADA, Haleema; SALAM, Abdul; QADIR, Muhammad Bilal; PHAN, Duy-Nam; HASSAN, Tufail et al. Fabrication of Promising Antimicrobial Aloe Vera/PVA Electrospun Nanofibers for Protective Clothing: An Update on Potential Biomedical and Pharmaceutical Applications. Online. *Materials*. 2020, roč. 13, č. 17, s. 151-161. ISSN 1996-1944. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/ma13173884>. [cit. 2024-10-02].
- [38] LIU, Xiaocui; YOU, Lijun; TARAFDER, Solaiman; ZOU, Lin; FANG, Zhexiang et al. Curcumin-releasing chitosan/aloe membrane for skin regeneration. Online. *Chemical Engineering Journal*. 2019, roč. 359, č. 8, s. 1111-1119. ISSN 13858947. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2018.11.073>. [cit. 2024-09-14].
- [39] GAO, Mengyu; XIA, Ye; LI, Rong; ZHANG, Zhen; HE, Yutian et al. The Design of Near-Perfect Spectrum-Selective Mirror Based on Photonic Structures for Passive Cooling of Silicon Solar Cells. Online. *Nanomaterials*. 2020, roč. 10, č. 12. ISSN 2079-4991. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/nano10122483>. [cit. 2024-11-03].
- [40] HADI, Alina; NAWAB, Anjum; ALAM, Feroz; ZEHRRA, Kishwar; HAMED, Fathalla et al. Physical, mechanical, optical, barrier, and antioxidant properties of sodium alginate–aloe vera biocomposite film. Online. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2021, roč. 45, č. 5. ISSN 0145-8892. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/jfpp.15444>. [cit. 2024-12-03].
- [41] KOGA, Adriana Yuriko; FELIX, Julio César; SILVESTRE, Rodrigo Gomes Marques; LIPINSKI, Leandro Cavalcante; CARLETTO, Bruna et al. Evaluation of wound healing effect of alginate film containing Aloe vera gel and cross-linked with zinc chloride. Online. *Acta Cirúrgica Brasileira. Studies in Natural Products Chemistry*. 2014, roč. 35, č. 5, s. 261-285. ISBN 9780444632944. ISSN 1678-2674. Dostupné z: <https://doi.org/10.1590/s0102-8650202000500000007>. [cit. 2024-10-12].
- [42] CHELU, Mariana; MUSUC, Adina Magdalena; POPA, Monica a CALDERON MORENO, Jose. Aloe vera-Based Hydrogels for Wound Healing: Properties and Therapeutic Effects. Online. *Gels*. 2023, roč. 9, č. 7.

- ISSN 2310-2861. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/gels9070539>. [cit. 2024-09-16].
- [43] CHELU, Mariana; POPA, Monica; OZON, Emma Adriana; PANDELE CUSU, Jeanina; ANASTASESCU, Mihai et al. High-Content Aloe vera Based Hydrogels: Physicochemical and Pharmaceutical Properties. Online. *Polymers*. 2023, roč. 15, č. 5. ISSN 2073-4360. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/polym15051312>. [cit. 2025-01-10].
- [44] MONZÓN-ORTEGA, Keila; SALVADOR-FIGUEROA, Miguel; GÁLVEZ-LÓPEZ, Didiana; ROSAS-QUIJANO, Raymundo; OVANDO-MEDINA, Isidro et al. Characterization of Aloe vera-chitosan composite films and their use for reducing the disease caused by fungi in papaya Maradol. Online. *Journal of Food Science and Technology*. 2018, roč. 55, č. 12, s. 4747-4757. ISSN 0022-1155. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3397-2>. [cit. 2024-11-16].]
- [45] KOTCHARAT, Pornsuda; CHUYSINUAN, Piyachat; THANYACHAROEN, Thanyaluck; TECHASAKUL, Supanna a UMMARTYOTIN, Sarute. Enhanced Performance of Aloe vera-Incorporated Bacterial Cellulose/Polycaprolactone Composite Film for Wound Dressing Applications. Online. *Journal of Polymers and the Environment*. 2022, roč. 30, č. 3, s. 1151-1161. ISSN 1566-2543. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10924-021-02262-8>. [cit. 2024-11-16].
- [46] ABD KARIM, Siti Fatma; IDRIS, Juferi; JAI, Junaidah; MUSA, Mohibah a KU HAMID, Ku Halim. Production of Thermoplastic Starch-Aloe vera Gel Film with High Tensile Strength and Improved Water Solubility: a review. Online. *Polymers*. 2022, roč. 14, č. 19. ISSN 2073-4360. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/polym14194213>. [cit. 2024-11-16].
- [47] ASTM E96. *Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials*. Online. : West Conshohocken. USA, 2016. Dostupné z: <https://www.astm.org/standards/e96>. [cit. 2025-01-20].
- [48] SENEVIRATNE, Dinuki M.; RAPHAEL, Brooke; WHITESIDE, Eliza J.; WINDUS, Louisa C.E.; KAUTER, Kate et al. A low-cost, antimicrobial aloe-alginate hydrogel film containing Australian First Nations remedy 'lemon

- myrtle oil' (*Backhousia citriodora*) – Potential for incorporation into wound dressings. Online. *Heliyon*. 2024, roč. 10, č. 18. ISSN 24058440. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e37516>. [cit. 2025-02-20].
- [49] TITONE, Vincenzo; CORRENTI, Antonio a LA MANTIA, Francesco Paolo. Effect of Moisture Content on the Processing and Mechanical Properties of a Biodegradable Polyester. Online. *Polymers*. 2021, roč. 13, č. 10. ISSN 2073-4360. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/polym13101616>. [cit. 2025-01-31].
- [50] PEREIRA, Rúben; MENDES, Ausenda a BÁRTOLO, Paulo. Alginate/Aloe Vera Hydrogel Films for Biomedical Applications. Online. *Procedia CIRP*. 2013, roč. 5, s. 210-215. ISSN 22128271. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2013.01.042>. [cit. 2024-12-04].
- [51] PEREIRA, Rúben F.; CARVALHO, Anabela; GIL, M.H.; MENDES, Ausenda; BÁRTOLO, Paulo J. et al. Influence of Aloe vera on water absorption and enzymatic in vitro degradation of alginate hydrogel films. Online. *Carbohydrate Polymers*. 2013, roč. 98, č. 1, s. 311-320. ISSN 01448617. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.05.076>. [cit. 2025-02-22].
- [52] NUTRICARENOW. *Aloe vera and vitamin C: Unveiling the synergy for skin health*. Online. 2014. Dostupné z: <https://nutricarenow.com/blog/aloe-vera-vitamin-c-rich/>. [cit. 2025-02-01].
- [53] KAUR, Navjot; SOMASUNDRAM, Chandran; RAZALI, Zuliana; MOURAD, Abdel-Hamid I.; HAMED, Fathalla et al. Aloe vera/Chitosan-Based Edible Film with Enhanced Antioxidant, Antimicrobial, Thermal, and Barrier Properties for Sustainable Food Preservation. Online. *Polymers*. 2024, roč. 16, č. 2. ISSN 2073-4360. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/polym16020242>. [cit. 2024-12-03].
- [54] ANDREU, Y; DEMARCOS, S; CASTILLO, J a GALBAN, J. Sensor film for Vitamin C determination based on absorption properties of polyaniline. Online. *Talanta*. 2005, roč. 65, č. 4, s. 1045-1051. ISSN 00399140. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2004.08.036>. [cit. 2025-04-03].

- [55] EN-STANDARD.EU. *ASTM D1003-21: Standard Test Method for Haze and Luminous Transmittance of Transparent Plastics*. Online. 2021. Dostupné z: <https://www.en-standard.eu/astm-d1003-21-standard-test-method-for-haze-and-luminous-transmittance-of-transparent-plastics/>. [cit. 2025-04-12].

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Rostlina <i>Aloe vera</i>	14
Obrázek 2 Rostlina <i>Aloe arborescens</i>	15
Obrázek 3 Rostlina <i>Aloe dichotoma</i>	16
Obrázek 4 Rostlina <i>Aloe aristata</i>	16
Obrázek 5 Rostlina <i>Aloe variegata</i>	17
Obrázek 6 Anatomická stavba listů <i>Aloe vera</i> : 1 - Epidermis, pokrytá silnou vrstvou vosku, 2 - aloinové buňky obklopující cévy floému, 3 – buňky s nahromaděným hlenem a vodou	18
Obrázek 7 Struktura acemananu	20
Obrázek 8 Struktura glukomananu	21
Obrázek 9 Struktura homonataloinu	22
Obrázek 10 Struktura aloe-emodinu	23
Obrázek 11 Struktura aloinu	23
Obrázek 12 Tenziometr (Attension Theta, Biolin Scientific)	43
Obrázek 13 Spektrofotometr Jasco V-750	44
Obrázek 14 Texturometr AMETEK –TA1, Lloyed Instruments	45
Obrázek 15 Vzorky filmů alginát/ <i>Aloe vera</i> : nahoře) bez vitamínu C; dole) s přidavkem 0,2 hm.% vitamínu C	47
Obrázek 16 Vzorky filmů v různých poměrech alginát sodný/ <i>Aloe vera</i> : a) nezesíťovaný, b) zesíťovaný 1% CaCl ₂	48
Obrázek 17 Vzorky filmů v různých poměrech alginát sodný/ <i>Aloe vera</i> : vlevo) nezesíťovaný; vpravo) zesíťovaný 1% FeSO ₄	48
Obrázek 18 Vzorky filmů v různých poměrech alginát sodný/ <i>Aloe vera</i> : vlevo) nezesíťovaný; vpravo) zesíťovaný 1% BaCl ₂	49
Obrázek 19 Obsah vlhkosti filmů o různém poměru alginátu a <i>Aloe vera</i>	51
Obrázek 20 Kapacita botnání vzorků zesíťovaných CaCl ₂	52
Obrázek 21 Kapacita botnání vzorků zesíťovaných BaCl ₂	53
Obrázek 22 Kapacita botnání vzorků zesíťovaných FeSO ₄	53
Obrázek 23 Vzorky po testu botnání: vlevo) zesíťováno FeSO ₄ ; vpravo) zesíťováno CaCl ₂	54
Obrázek 24 Přisedlá kapky vody na vzorku filmu 65/35	55
Obrázek 25 Hodnoty kontaktních úhlů alginátových filmů	55
Obrázek 26 Antioxidační aktivita alginátových filmů	57
Obrázek 27 Testování antioxidační aktivity vzorků bez vitamínu C: a) roztok DPPH, b) 100/0, c) 75/25	58

Obrázek 28 Testování antioxidační aktivity vzorků s 0,1 hm.% (vlevo) a 0,2 hm.% (vpravo) vitamínu C.....	58
Obrázek 29 Úbytek hmotnosti filmů 65/35 při stanovení propustnosti.....	59
Obrázek 30 Propustnost pro vodní páry vzorků alginátových filmů	60
Obrázek 31 Vyhodnocení tahové pevnosti z texturometru pro vzorek 65/35	61
Obrázek 32 Pevnost v tahu vzorků alginátových filmů.....	62
Obrázek 33 Prodloužení při přetržení vzorků alginátových filmů	62

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Vliv <i>Aloe vera</i> na různé typy pleti	26
Tabulka 2 Tloušťka alginátových filmů.....	49
Tabulka 3 Hodnoty smáčivosti zesíťovaných alginátových filmů.....	56
Tabulka 4 Barevné charakteristiky vybraných alginátových filmů	63
Tabulka 5 Dotazníkové odpovědi	64

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Ch	Chitosan
DPPH	2,2-difenyl-1-pikrylhydrazyl
FTIR	Fourierova transformační infračervená spektroskopie
LMO	Citronový myrťový olej
pH	Potenciál vodíkových iontů
PVA	Polyvinylalkohol
UV	Ultrafialové záření
V1	0,1 hm.% obsah vitamínu C
V2	0,2 hm.% obsah vitamínu C

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Vzor dotazníku

PŘÍLOHA P I: VZOR DOTAZNÍKU

Vážená respondentko, vážený respondente, jmenuji se Kristina Sologub. Jsem studentkou Fakulty technologické Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a studuji obor Biomateriály a kosmetika. Obracím se na Vás s žádostí o vyplnění mého dotazníku, který poslouží jako podklad pro bakalářskou práci na téma „Bioaktivní alginátové systémy s *Aloe vera*”. *Aloe vera* je léčivá rostlina známá svými mnoha léčivými vlastnostmi. Výsledky mohou pomoci určit úroveň povědomí veřejnosti o jejích výhodách a využití v různých oblastech.

Předem děkuji za vyplnění dotazníku.

1. Pohlaví

- Žena
- Muž

2. Do které věkové skupiny patříte?

- 12–17
- 18–29
- 30–44
- 45 a víc let

3. Víte o používání *Aloe vera* v kosmetice?

- Ano, aktivně ji používám
- Ano, ale nikdy jsem nepoužíval/a
- Ne, neslyšel/a jsem o její použití v kosmetice

4. Používali jste někdy kosmetiku s *Aloe vera*?

- Ano
- Ne

5. Kterému výrobku s *Aloe vera* dáváte přednost?

- Gel
- Krém
- Masky

- Pleťové mléko

6. Jak hodnotíte účinnost *Aloe vera* v péči o pleť?

- Velmi vysoká
- Vysoká
- Střední
- Nízká

7. V jakých oblastech se podle vás *Aloe vera* používá?

- Dermatologie
- Kosmetologie
- Medicína
- Lékařství

8. Jaké kožní problémy jste řešili pomocí *Aloe vera*?

- Hydratace
- Záněty
- Hojení ran
- Ochrana před sluncem

9. Jak často používáte výrobky z *Aloe vera*?

- Každý den
- Několikrát týdně
- Zřídka
- Nikdy

10. Jak jste se dozvěděli o vlastnostech *Aloe vera*?

- Reklama
- Doporučení od přátel
- Výzkum / články
- Sociální média

11. Považujete *Aloe vera* za bezpečnou složku v kosmetice?

- Ano
- Ne

12. Jaké jsou podle vás nejdůležitější účinky *Aloe vera*?

- Hydratace
- Zklidnění
- Ochrana před záněty
- Účinek proti stárnutí

13. Jak hodnotíte cenu kosmetiky s *Aloe vera*?

- Velmi vysoká
- Vysoká
- Cenově dostupná
- Nízká