



Sklo-keramické objekty inspirované fosilními fytolity v půdním sedimentu

Bakalářská práce

Studijní program:

B0212A270001 Návrhářství

Autor práce:

Josefína Váchová

Vedoucí práce:

MgA. Václav Řezáč

Katedra designu





Zadání bakalářské práce

Sklo-keramické objekty inspirované fosilními fytolity v půdním sedimentu

Jméno a příjmení: **Josefína Váchová**
Osobní číslo: T19000236
Studijní program: B0212A270001 Návrhářství
Zadávací katedra: Katedra designu
Akademický rok: **2021/2022**

Zásady pro vypracování:

1. Rešerše na téma fytolity.
2. Zvolení vhodné technologie, zkoušky tavení skla.
3. Realizace skleněných objektů.
4. Fotodokumentace.

Rozsah grafických prací:
Rozsah pracovní zprávy:
Forma zpracování práce:
Jazyk práce:

tištěná/elektronická
Čeština



Seznam odborné literatury:

DLOUHÁ, Jitka. *Fusing: kouzlo spékaného skla*. Praha: Grada, 2012. Výtvarný kurz. ISBN 978-80-247-4181-9.

ARWAS, Victor. *The Art of Glass. Art Nouveau to Art Deco*. London 1996, ISBN 978-1-90109-200-4

Vedoucí práce: MgA. Václav Řezáč
Katedra designu

Datum zadání práce: 2. října 2021
Předpokládaný termín odevzdání: 16. května 2022

doc. Ing. Vladimír Bajzík, Ph.D.
děkan

L.S.

Ing. Renata Štorová, CSc.
vedoucí katedry

V Liberci dne 1. dubna 2021

Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Jsem si vědoma toho, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

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

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

Současně čestně prohlašuji, že text elektronické podoby práce vložený do IS/STAG se shoduje s textem tištěné podoby práce.

Beru na vědomí, že má bakalářská práce bude zveřejněna Technickou univerzitou v Liberci v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů.

Jsem si vědoma následků, které podle zákona o vysokých školách mohou vyplývat z porušení tohoto prohlášení.

16. května 2022

Josefína Váchová

Poděkování

Velmi bych chtěla poděkovat panu MgA. Václavu Řezáčovi za výtvarné vedení této bakalářské práce a za skvělé vedení v průběhu celého studia. Ráda bych poděkovala i ostatním průvodcům ateliérem M.A. Ludmile Šikolové, Mgr. Janě Váلكové Střílkové a samozřejmě Martinu Jošt Pouzarovi za pomoc v dílnách.

Děkuji za spolupráci a důvěru Mgr. Kristýně Hoškové z Univerzity Karlovy, Katedry botaniky za vedení teoretické části této bakalářské práce a prosazování projektu fytolitů. V neposlední řadě také doc. Ing. Vlastimilu Hotařovi z Technické univerzity v Liberci, Katedry sklářských strojů a robotiky za spolupráci a umožnění přístupu do laboratoře za účelem výroby experimentů a využití nového sklo-keramického materiálu.

Anotace

V bakalářské práci je vytvořen soubor skleněných objektů inspirovaných fytolity trav. Rešeršní část se zabývá tvary a principy fytolitů. Práce vychází z vědeckého výzkumu mikroskopických struktur a následného převedení tvarů do uměleckého ztvárnění. Výsledná práce se snaží upozornit na okem neviditelnou realitu.

Klíčová slova: fytolity, sklo, rostliny, tvary, keramika, věda a umění, mikroskopie

Annotation

In my bachelor thesis is made a set of glass objects inspired by phytolites of grass. The search part is dealing with shapes and princips of phytolits. My work comes from scientific research microscopic structures and subsequent transfer of shapes to artistic rendering. The final work is showing the reality invisible to a human.

Keywords: Phytolites, glass, plants, shapes, ceramics, science and art, microscopy

Obsah

1. Úvod	8
2. Rešerše	9
2.1 Fytolity	9
2.2 Historie výzkumu fytolitu	10
2.3 Laboratorní separace fytolitů	11
2.4 Fytolity trav a jejich použití ve výzkumu	12
2.5 Fytolity v půdě	14
2.6 Dělení travních fytolitových typů.....	15
2.7 Kvantitativní analýza fytolitových tvarů	16
3. Praktická část	18
3.1 Inspirace skleněných objektů.....	18
3.3 Zvolená technologie.....	20
3.4 Realizace modelů a forem	23
3.5 Broušení a zušlechťování objektů	29
4. Hliněné objekty inspirované fytolity	33
4.1 Inspirace	33
4.2 Metodika	33
4.3 Zkoušky spékání	34
4.4 Realizace.....	39
5. Závěr	42
6. Použité zdroje	43
7. Příloha fotografií	45

1. Úvod

Téma fytolitů a fytolity obecně mě velmi fascinují. Jejich barva, materiál, z kterého jsou stvořeny, a nespočet tvarů, které poskytují cenné informace vědcům. Objevila jsem je díky Kristýně Hoškové a Vojtěchu Abrahamovi z Katedry botaniky, Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy, kteří mi pomohli s objasněním tohoto přírodního jevu. Kristýna se zabývá travní variabilitou fytolitového spektra už několik let a sbírá informace a zkušenosti pro svou práci (Hošková et al., 2022). Navázali jsme spolupráci, která má pomoci rozšířit vědomí o mikroskopickém zkoumání tvarů fytolitů. Kontaktovali jsme také americký tým (Strömberg Lab, University of Washington), který se zabývá podobnými otázkami, a rozšířili si tak možnosti budoucí mezinárodní spolupráce. Modely fytolitů mají význam jednak pro samotný výzkum, zásadní roli mohou hrát také v jeho prezentaci či popularizaci. To se jeví jako obzvláště užitečné v dnešní době, kdy jsme zaplaveni informacemi a pozornost tak připoutá především jasné a názorné sdělení. Umění s vědeckými výzkumy jsou si čím dál blíže, mohou se vzájemně doplnit a přiblížit nám tak zajímavé přírodní úkazy.

2. Rešerše

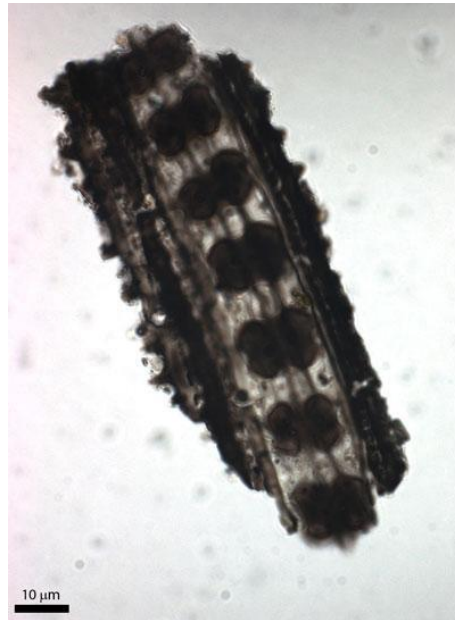
2.1 Fytolity

Fytolity jsou mikroskopické částičky amorfního oxidu křemičitého (hydratovaný SiO_2 , biogenní opál – A) vznikající v pletivech živých rostlin vysrážením kyseliny křemičité z půdního roztoku v buňkách. Za fytolity můžeme označit např. i krystaly šťavelanu vápenatého, ty ale nejsou předmětem této práce. Kyselina křemičitá může proniknout do buňky a vyplnit ji celou nebo jen částečně, popřípadě křemík pouze inkrustuje buněčnou stěnu. Tvar fytolitů se odvozuje právě od způsobu, kterým k jeho vzniku došlo, tzn. buď vznikají novotvary podle proporce vyplnění buňky, anebo fytolity kopírují tvar původní buňky. Přetvářením kyseliny křemičité na amorfní oxid křemičitý se fytolity jeví jako opalinové. Barva je mléčně zakalená do bíla s modrým a žlutým nádechem. Velikost fytolitů (5–200 μm) zhruba odpovídá rozpětí velikostí rostlinných buněk. Fytolity vznikají ve všech rostlinných orgánech, ale liší se svojí proporcí, např. ve stonku je dvakrát méně fytolitů než v listech rostliny. Fytolity podporují stabilitu rostliny, jejich funkce spočívá také v ochraně rostliny před okusem býložravců, popř. před napadením houbovými patogeny. Rostlinné druhy se liší ve tvaru, velikosti i množství fytolitů [13]

Fytolity jsou tvořeny i dalšími prvky vyskytujícími se v půdě. Kromě oxidu křemíku, kterého je ve fytolitu obsaženo 85-98 wt%, to je také uhlík, který se ve fytolitu pohybuje mezi 1–5 wt% (citace?). Uhlík obsažený ve fytolitech je možné využít při analýze stabilních izotopů uhlíku (^{13}C) nebo v radiouhlíkovém datování (^{14}C). Vznik fytolitů závisí na mnoha faktorech například na klimatických podmínkách, typu půdy, dostupnosti vody a stáří rostliny. [8]

Po rozložení organických částí rostliny se fytolity uvolní do půdy popřípadě sedimentu, kde mohou přetrvávat statisíce až miliony let. Kvůli své odolnosti vůči chemickému zvětrávání se fytolity nachází téměř ve všech typech sedimentárních archivů (od kyselých prostředí rašelinišť a písčitých sedimentů přes vápnité spraše, pěnovce či travertiny). Tato skutečnost spolu s tím, že se některé skupiny rostlinných druhů liší tvarem fytolitů, umožňuje použití fytolitů v paleobotanické, paleoekologické i archeobotanické rekonstrukci rostlinné historie. [14]

Díky zpětnému zkoumání fytolitů z půdy či z jiného sedimentu lze určit, jaký druh vegetace na daném místě rostl a po jakou dobu se na místě udržel, popř. jaké rostliny lidé v minulosti využívali ke své obživě. [2]



Obrázek 1: Fosilní vzorek fytolitů [2]

2.2 Historie výzkumu fytolitu

Historie tvaru fytolitů byla pro vědce známá už od poloviny 19 století. Tehdy začal první výzkum fytolitů z živých rostlin. Zkoumání fytolitů začalo v Německu, kam byly zaslány vzorky půd s fytolity k výzkumu. Zkoumaly se dvouděložné typy trav, kopřiv i kapradin. Pro archeologii bylo pak možné rozeznat několik obilnin jako například proso, pšenici nebo ječmen. Vzorky pro určení fytolitů z těchto plodin byly odebrány z keramických nádob, mlýnků na obilí nebo popela. [3]

Po druhé světové válce se výzkum rozšířil do USA, Velké Británie a Austrálie, kde byly později uskutečněny další velké výzkumy. V USA roku 1969 byly představeny 4 hlavní skupiny morfotypů v 17 druzích čeledi Poaceae trav, zkoumaných z Velkých prérií v Americe. Díky tomu mohly porovnávat řadu fytolitů mezi sebou. Bylo možné rozlišit tvary fytolitů z jehličnatého nebo listnatého stromu. V době 80. let minulého století

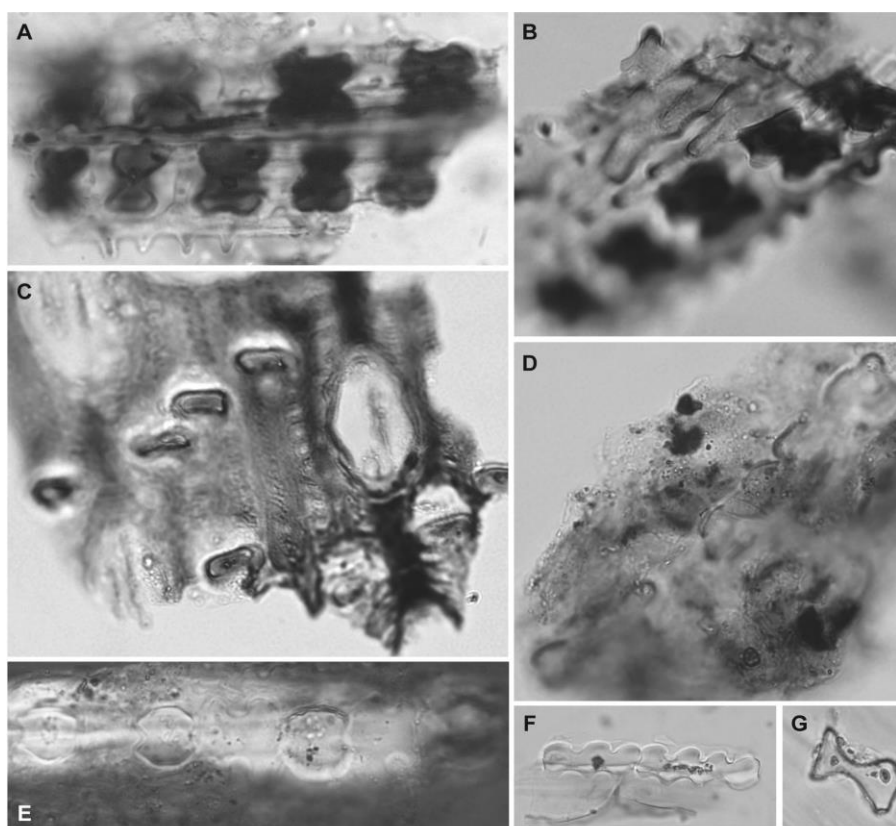
výzkum začíná tyto informace spojovat s archeologií a paleontologií, dochází k propojení oborů při historickém výzkumu. [11]

2.3 Laboratorní separace fytolitů

Separovat fytolity ze sedimentu lze různými laboratorními postupy. Je potřeba se zbavit jílu, uhličitánů a organické hmoty. Použitím hexametafostátu sodného, popř. hydrogenuhličitanu sodného v 5% roztoku, docílíme rozptýlení částic a tím zlepšíme účinnost separačního postupu. Za použití kyseliny chlorovodíkové a jejím zahřátím dojde k eliminaci uhličitánů. Organickou hmotu můžeme rozpustit 30% peroxidem vodíku, kyselinou dusičnou, kyselinou sírovou, chlorečnanem draselným, nebo spálením materiálu v muflové peci. V dalším kroku odstraníme malé a lehké částičky jílu velikosti cca 5 μm sedimentací v gravitačním poli. Zásadním krokem pro separaci fytolitů od půdního křemene je použití tzv. těžké kapaliny v určité hustotě. V současné době se používá netoxický polywolframan sodný. Při použití těžké kapaliny o hustotě 2,35 g/ml klesnou těžší půdní křemenná zrna na dno nádoby, zatímco lehčí fytolity budou plavat na hladině, odkud se snadno sesbírají pro další analýzu. [9],[12],[15],[13]

2.4 Fytolity trav a jejich použití ve výzkumu

Jedny z nejvíce zkoumaných fytolitů jsou fytolity trav (Poaceae). A právě na ty se také zaměřila moje pozornost. Trávy jsou jednou z nejrozšířenějších rostlinných čeledí a ekosystémy, ve kterých trávy dominují (např. stepi a savany), pokrývají zhruba třetinu zemského povrchu. I přes obrovský význam trav v přírodě se ale o jejich historii ví poměrně málo, a to především z důvodu nedostatku travních fosilií. A právě fytolity, jakožto vysoce odolné travní fosilie, hrají v tomto výzkumu významnou roli. Některé nálezy fosilních travních fytolitů pocházejí z trav doby dinosaurů (Obr. 2). Vzorky fytolitů pro analýzu byly odebírány například z dinosaurůch fosilizovaných zubů či exkrementů. Z tohoto se dozvídáme, co zvíře žralo a co na planetě tehdy rostlo. Fytolity tak poskytují i několik milionu let staré informace. [4],[7]



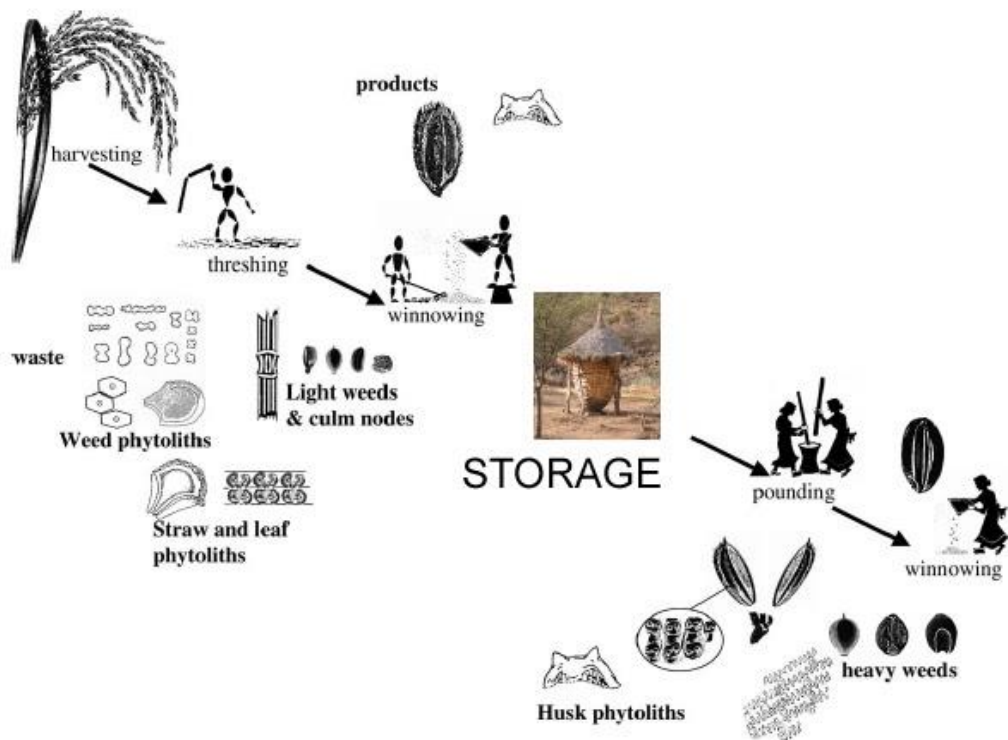
Obrázek 2: Fytolity jako součást prokřemenělé rostlinné epidermis nalezené v dinosaurím exkrementu ze sedimentu ze svrchní křídy (70 milionů let zpět) [14]

Častější je ale použití fytolitů v podstatně mladších archeologických situacích. Zkoumají se fytolity z obilnin (pšenice, ječmen atd.) doby neolitu. Vykopávkami objektů v neolitických usedlostech (např. zásobních jam jako na obr. 3) lze zjistit, které obilniny lidé pěstovali, nahlédnout ale můžeme i do způsobu zpracovávání obilovin tehdejšími lidmi na základě odlišných tvarů fytolitů ze zrn, stonků a listů. [18]



Obrázek 3: Zásobní jáma z doby neolitu [19]

Fytolity mohou odhalit způsoby zpracování obilovin. Jako na obrázku 4.



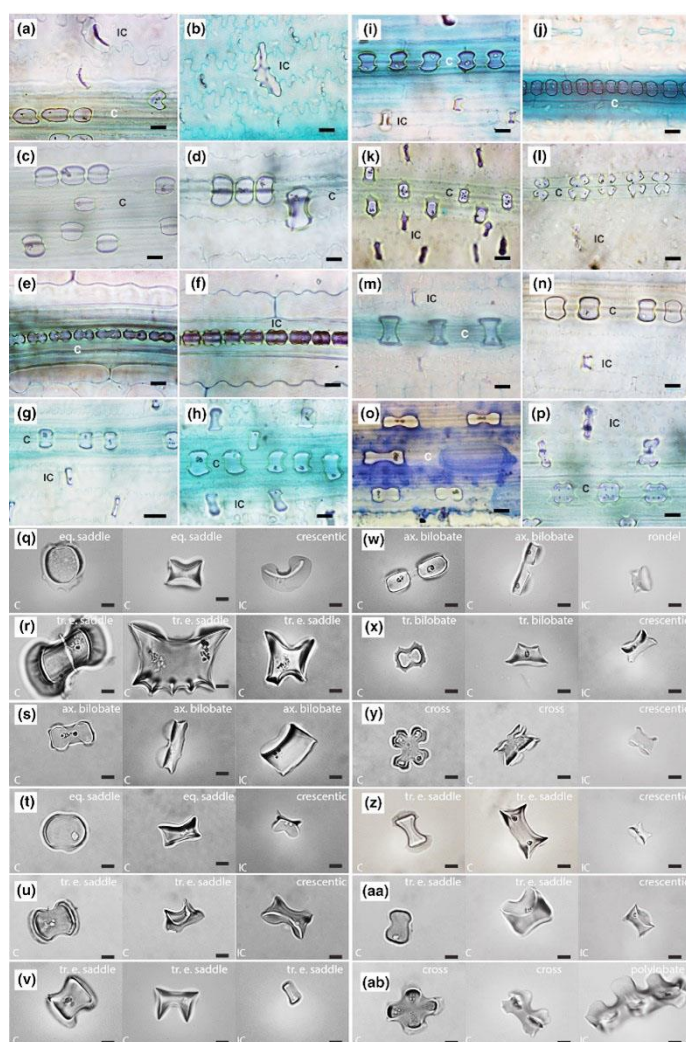
Obrázek 4: Zpracování rýže [6]

2.5 Fytolity v půdě

Živiny trav se po letní sezoně vrací zpět do kořenů a listy trávy podléhají rozkladným procesům v půdě. Tyto procesy mohou ovlivnit nejen nahromadění a uložení fytolitů v půdě, ale i jejich morfologii. Půdní úložiště fytolitu má na fytolity vliv. Fytolit i půda mají různé složení a mohou na sebe negativně působit. Fytolity se v půdě nemusí zachovat, mohou být vlivem půdy pozměněny nebo být zničeny. Nikdy se nedá v půdě zachovat sto procent fytolitů z rostlin. Napomáhají tomu chemické procesy. Složení fytolitů je individuální, a proto některé zaniknou. Pokud se fytolit dostane do alkalické půdy pH (8-10), začne se rozpouštět. „Ionty obsažené v půdním roztoku také zasahují do přeměny podoby fytolitů. Ionty vápníku, draslíku, železa a sodíku vytvářejí na povrchu fytolitů nerovnosti a způsobují jejich větší náchylnost ke zvětrávání.“ [10],[1]

2.6 Dělení travních fytolitových typů

První výzkumy trav a základní dělení začaly v minulém století v USA kde byly zkoumány stepní traviny na severu Ameriky. Základním dělením travních fytolitů je na krátké fytolitové buňky (Grass Silica **Short Cell**) (Obr. 5) a dlouhé fytolitové buňky (Grass Silica **Long Cell**). Krátké fytolitové buňky, kterými se zabývám v této práci, se morfologicky dělí na kategorie tzv. *rondel*, dále pak *saddle*, *bilobate* a *crenate*. Každá z těchto kategorií má specifický tvar, podle kterého se druhy liší. [17]



Obrázek 5: Klasifikace travních fytolitů. Krátké fytolitové buňky (Grass Silica Short Cell). [17]

Krátké fytolitové buňky se u trav vyvinuly jako jedinečný typ epidermálních buněk, které akumulují oxid křemičitý prostřednictvím aktivních, geneticky řízených biologických procesů. Díky tomu je možné pomocí tvarů těchto fytolitů rozpoznat travní podčeledi. [3]

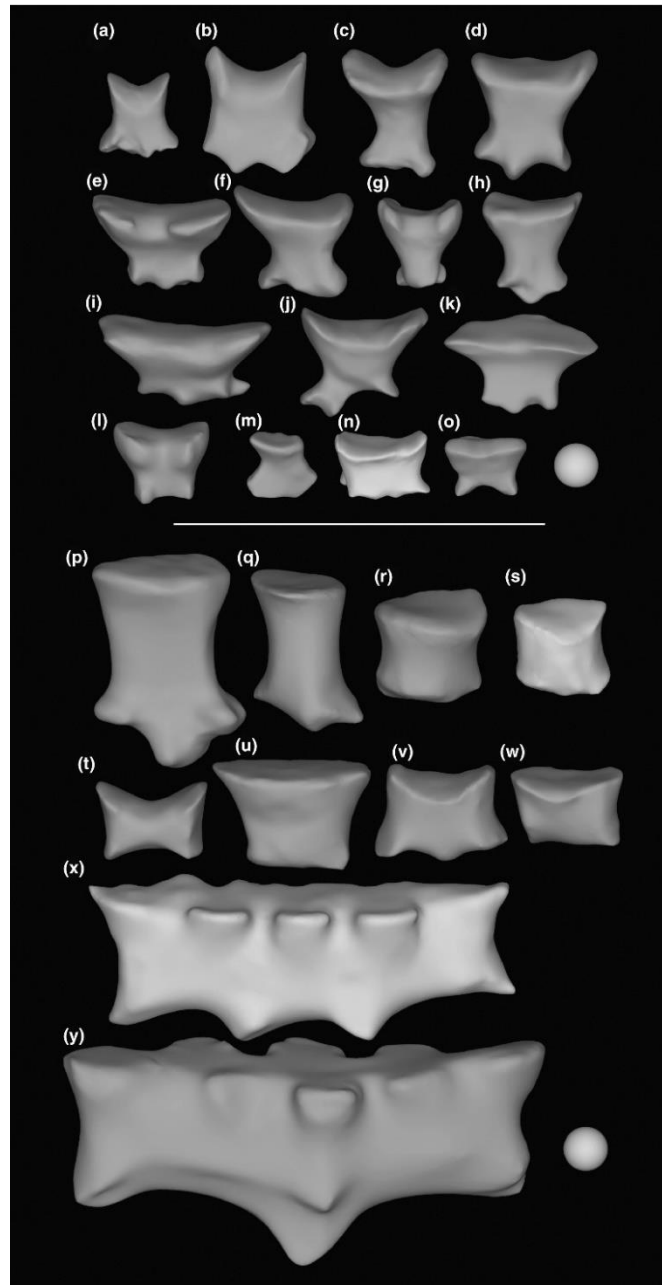
Při jejich pozorování pomocí mikroskopu najdeme specifické tvary fytolitu, podle kterých poznáme, kterým druhem trávy byly fytolity vytvořeny. Někdy se podaří odebrat vzorek z půdy, který prozradí, jak byly fytolity rostlin uspořádány v ještě živé rostlině, tato kosterní síť fytolitů v rostlině pomáhá její stabilitě. [10]

2.7 Kvantitativní analýza fytolitových tvarů

Nové postupy ve fytolitové analýze zkoumají tvar fytolitů kvantitativními metodami. Ve srovnání s tradičními postupy, které zahrnují vizuální srovnání s referenční sbírkou, je kvantitativní analýza tvaru, tzv. geometrická morfometrika, objektivní metodou, kterou lze potvrdit napříč laboratořemi. Především ale umožňuje rozpoznání fytolitů různých travních rodů. Díky těmto metodologickým výtěžkům je možné studovat evoluci trav, historii domestikovaných plodin (např. rýže, pšenice, kukuřice) nebo rekonstruovat vegetační dynamiku řízenou změnou klimatických podmínek ve čtvrtohorách, ale i ve starších obdobích. [3],[7]

Známé tvary fytolitů se v dnešní době skenují a vytvářejí ve 3D modelaci. Pro lepší představivost jsou fotky vzorků převedeny do vizualizace, z které lze lépe rozeznat tvary fytolitů. Názorně vidíme vše, co vzorek obsahuje.

Americký tým Strömberg Lab, University of Washington se zabývá rozlišováním fytolitů a ztvárňuje fytolity ve 3D programech. Díky spolupráci se Strömberg Lab bychom mohli získat přesné tvary fytolitů z 3D tiskárny a následně je ztvárnit ve skle. Sklo vnímám jako vhodný materiál, protože obsahuje SiO_2 stejně jako fytolity. Tvary by se tak staly podkladovými objekty pro vědecké účely.



Obrázek 6: Ukázka rekonstrukcí fosilních 3D rekonstrukcí krátkobuněčného fytolitu křemičité trávy (GSSCP) z eocénu Turecka (a–o) a Nebrasky, USA (p–y). [3]

3. Praktická část

3.1 Inspirace skleněných objektů

Inspiraci jsem hledala ve fosilních fytolitech, které byly kdysi stavebních prvcích rostlin. Jsou typickým úkazem mikro částic přírody, bez kterých by nemohla existovat. Mikročástice slouží člověku k bližšímu poznání prapůvodní kostry rostlin.

Mým záměrem bylo, aby má bakalářská práce byla výtvarná ale i užitečná. Zároveň jsem chtěla hledat nové technologické možnosti materiálů skla a hlíny, jejichž tematika vychází z fytolitů uložených v půdních sedimentech. Zaujaly mě tvary a analýza fytolitů, ale také jejich ukládání v hlíně. Jejich schopnost zůstat v půdě po velmi dlouhou dobu a uchovat informace z historie. Mají využití v mnoha oborech a jsou velkým přínosem.

Fytolity jsou mikro částičky křemíku, což je současně základ pro výrobu skla. Dávalo mi tedy smysl, vybrat si fytolity jako téma bakalářské práce. Měla jsem tak možnost pracovat s tematikou materiálu, čehož jsem následně využila v pokusech tavení a spékání frity (střípky skla).

Rozdělila jsem téma do dvou projektů. První se týká tvarů fytolitu a druhý se týká fytolitů, jako částic v půdním humusu a hlíně.

3.2 Skleněné objekty inspirované fytolity

Prvními jsou objekty fytolitů, které by mohly být přínosem pro vědeckou práci, která se touto tematikou zabývá. Umělecké zobrazení modelu fytolitů přispívají ke komunikaci a popularizaci vědy, nebo jako učební pomůcka. Po domluvě s Kristýnou Hoškovou ohledně objektů, jsem se pustila do plánování projektu. Realizaci jsem zahájila zkouškami taveb a modelováním, následným formováním, sušením forem, přípravou tavby a tavbou, poté broušením, pískováním a zušlechťováním povrchu skla.

Našla jsem vhodnou předlohu fytolitů ve vědeckém článku Wiley – Blackwell, Modern Phytolith Assemblages from the North American Great Plains. Předlohy fytolitů se staly inspirací pro modelaci tvarů ve 3D. Přičemž jsem se snažila zachovat jejich proporce.

326 Glen C. Fredlund and Larry L. Tieszen

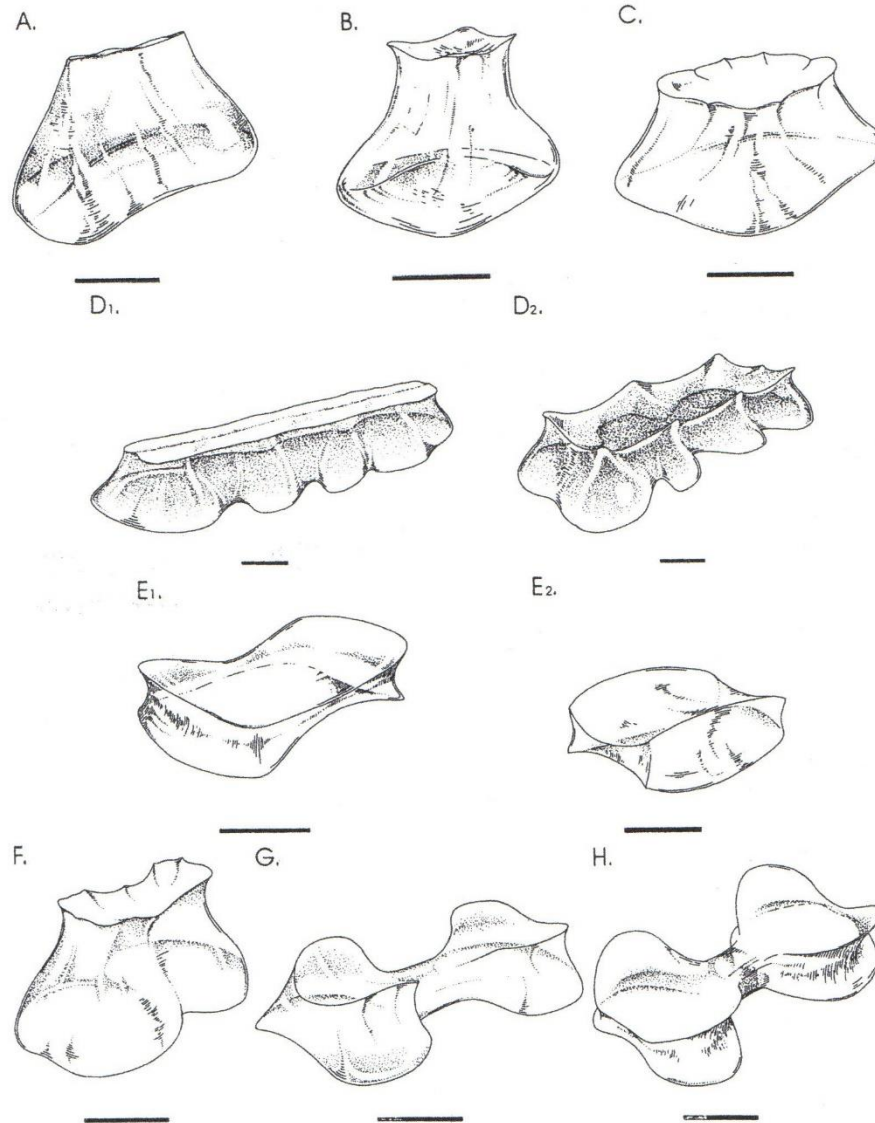


FIG. 2. Typical Poaceae short-cell morphotypes recognized in study: A, Keeled; B, Conical; C, Pyramidal; D₁ and D₂, Crenate; E₁ and E₂, Saddle; F, *Stipa*-type; G, Simple Lobate; H, Panicoid-type. Examples of Cross and Other Lobate forms not shown. Bar scales represent 5 nm.

Obrázek 6: Nákresy základních tvarů fytolitů [5]

3.3 Zvolená technologie

Objekty jsem se rozhodla vytvořit technologií tavení skla do formy. Mou ideou bylo použít k tavbě skleněnou čirou fritu (skleněné střípky), kterou smíchám se sklářskou barvou. Touto netradiční kombinací jsem chtěla docílit vlastní barvy skla a využít její intenzity v různých oblastech objektu. Smícháním tří různých sklářských barev a frity jsem docílila několika odstínů modré. Barva u některých objektů svou intenzitou evokuje hlubinu, ve které se fytolity nacházejí.

Zkoušela jsem měnit poměry barev, které se do frity přimíchávaly. Nasypávání a míchání poměrů modré, žluté a bílé barvy umožnilo pozorovat chování barveného skla při tavbě a zároveň tím získat různé odstíny barev. Následně jsem si vytvořila vzorky barevné škály.



Obrázek 7: Přidávání barev a frity postupně [20]



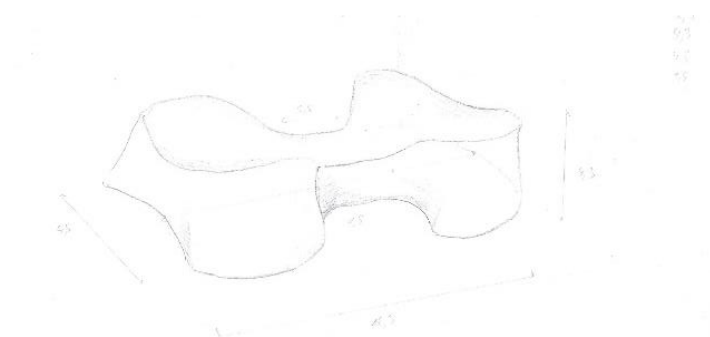
Obrázek 8: Míchání frity s barvou [20]

Zkušební tavba v malé peci trvala týden. Cílem bylo zjistit jak se sklo a barva ve formě promění. Při procesu tavby sklo začne měknout a zatékat do formy, to ovlivňuje barvu, která při vysokých teplotách 860 C° tok skla následuje. Zároveň jsem zkusila, zda barva při tavbě nedegraduje, protože její tavná teplota je již na 560 C°.



Obrázek 9: Příprava forem do pícky [20]

Zkouška tavby skla mi otevřela možnosti k další práci. Sklářská barva vydržela tavbu na teplotu vyšší než 800 C°.



Obrázek 10: Nákres fytolitu [20]



Obrázek 11: Výsledek zkoušky tavby tvaru fytolitu se sklářskou barvou [20]

3.4 Realizace modelů a forem

Vycházela jsem z obrázku základní sady fytolitů, podle kterých se určují druhy trav. Každá tráva vytváří několik fytolitů najednou a vkládá si je do své struktury různě podle potřeby. Tvary a barvy fytolitů se mohou vždy trochu lišit. Tomu jsem se snažila přizpůsobit v modelaci a volbě promíchání barev.

Pro výrobu modelů jsem použila sochařskou hlínu. Za použití špachtle, oček a pravítka jsem postupně modelovala podle předem připravených návrhů. Neměla jsem šablonu ani 3D model, podle kterého bych se řídila, jen kreslený náčrtek tvaru a velikosti fytolitu. Začala jsem každý volně modelovat z jednoho kusu hlíny, pak jsem materiál přidávala nebo ubírala podle potřeby. Přeměřováním objektů jsem si hlídala potřebnou velikost modelu. Zároveň jsem se nechala vést instinktem a svými sochařskými dovednostmi. K objektům jsem následně domodelovala tvar násypnice, která byla nezbytná pro tавbu skla do forem.



Obrázek 12: Modelace tvaru fytolitu [20]



Obrázek 13: Modelace tvaru fytolitu [20]

Příprava pletiva a ohrádek pro zalití formovací směsí. Formovací směs jsem si připravila v poměr 1:2 (sádra a písek) rozmíchanou ve vodě. Směs jsem pak pomalu lila do formy tak, aby objekt ani pletivo nebyly vidět. Nechala jsem formu zatuhnout a následně jsem ji uvolnila z ohrádek.



Obrázek 14: Příprava pletiva okolo modelu [20]



Obrázek 15: Příprava modelu a pletiva do ohrádek [20]



Obrázek 16: Výrova formy ze písku a sádry [20]

Hliněný objekt jsem pak opatrně, pomocí nástrojů vyndávala ven z formy. Prázdné formy jsem pak vymyla vodou do čista a změřila její objem pomocí vody.



Obrázek 17: Vyndávání hlíny z formy [20]



Obrázek 18: Čištění formy od hlíny [20]

Formy bylo nutné dostatečně vysušit na radiátoru, to obvykle trvá pět až čtrnáct dní. Dokud nezačnou při poklepání znít dutě (to znamená že jsou suché). Bylo potřeba provést důkladné označení forem a jejich objemu, abych si připravila přesnou váhu frity.



Obrázek 19: Sušení forem na radiátoru [20]



Obrázek 20: Suché formy [20]

3.5 Broušení a zušlechťování objektů

Formy se sklem se tavily a chladily celkem sedm dní. Každý z objektů byl jinak modře zabarvený. Objekty jsem vyndala z forem a připravila pro broušení v brusírně.



Obrázek 23: Formy se sklem vyndané z pece [20]



Obrázek 24: Skleněné objekty vyndané z forem [20]

Skleněné objekty jsem brousila na různých kotoučích. Broušením jsem musela odebrat značné množství skla, abych získala požadovaný finální tvar.



Obrázek 25: Broušení skleněných objektů [20]



Obrázek 26: Začištění hran skleněných objektů [20]

Po procesu broušení následovalo pískování objektů, které sjednotí kvalitu povrchu. Zbavila jsem je tím i zbytků sádky přilepené na povrchu skla. Následně začištěné objekty jsem nechala ponořit do kyseliny, čímž se povrch zatáhl a vyleštil do hedvábného matu.

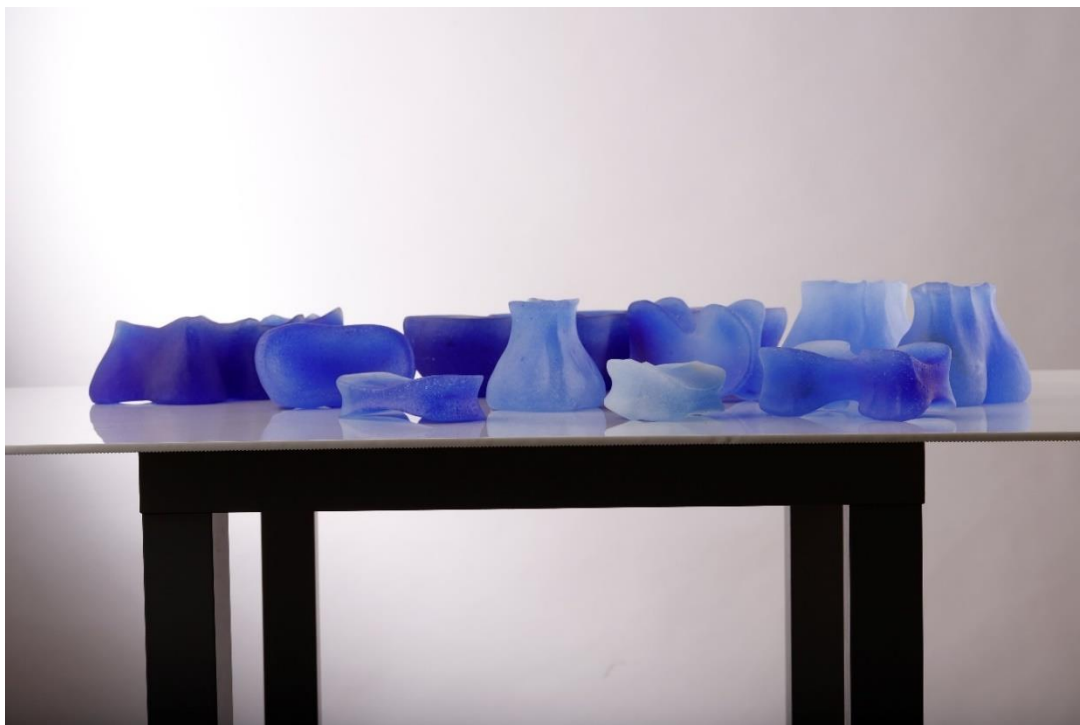


Obrázek 27: Příprava skleněných objektů na pískování [20]



Obrázek 28: Pískování skleněných objektů [20]

Finální objekty tvaru fytolitů.



Obrázek 29: Skleněné objekty fytolitů [20]



Obrázek 30: Finální objekty fytolitů [20]

4. Hliněné objekty inspirované fytolity

4.1 Inspirace

Fytolity usazené v hlíně jsou výzkumným materiálem pro určení časového měřítká v zemských vrstvách. Jednotlivé mikroskopické vrstvy vznikaly po dobu trvání dílčích vegetací na určitém území.

Půdní humus je bio systémem pro růst rostlin a zároveň soběstačný koloběh života. Každým rokem se rostlina dokáže obnovovat a růst do konce sezóny, dokud se nezmění teplota podnebí. Dojde-li k vyhynutí vegetace, zůstává po ní křemíková stopa v půdě v podobě fytolitu. Tyto vrstvy se usazují v zemské kůře, působí na ně tlak, teplota a tím se z nich stává součást dalších struktur hornin a nerostů.

4.2 Metodika

Tyto myšlenky mě vedly ke spojení hlíny se skleněnou fritou, která je tvořena malými střípky skla. Bylo potřeba zjistit, zda se tyto dva materiály mohou propojit. Vycházela jsem z technologie keramické hlíny a skla. Keramická hlína má ve svém obsahu procenta křemičitého písku a skleněných střepů. Tato informace mě vedla k možnostem spojení materiálů. Teploty výpalů hlíny a tavby skla byly odlišné. Musela jsem hledat a zkoušet, která hlína a jaký typ frity bude nejvhodnější pro společné spečení. Pro lepší zajištění úspěchu spečení materiálů jsem teploty výpalu hlín konzultovala s keramičkou Ivou Válkovou, která mi pomohla s výběrem vhodné hlíny. Z jejich zkušeností se nejlépe jevila hlína s nižším stupněm výpalu, než je obvyklé, což byla hlína burelová, která se vypaluje na 1020–1070 C°. Po výpalu se burelová hlína zbarví do tmavě hnědé, která byla v kontrastu s bílou fritou. Frita tak dobře vynikla na tmavé hlíně.

4.3 Zkoušky spékání

První zkoušky spékání byly úspěšné co se týče technologie spojení, ale po stránce vizuální bylo potřeba učinit další pokusy spékání. Další zkoušky se týkaly hlavně teplot výpalu, kdy hlína mění strukturu a barvu podle množství přidané frity.

Burel s hlínou jsem smíchávala v ploše a následně zkoušela vytvarovat, abych zjistila, jestli materiál bude mít stabilitu a zůstane v požadovaném tvaru.



Obrázek 31: Zkouška poměru hlíny a frity [20]



Obrázek 32: Suchá hlína s fritou [20]

Pokusy spečení materiálů byly vyhovující při teplotách okolo 1000 C°, kdy hlína ztmavne a fritta se začne tavit. Samotná fritta by se roztavila už na 800 C°, ale při smíchání s hlínou se tavící teplota posunula na vyšší teplotu. Zkusila jsem mnoho variant, které přinesly varianty struktur.



Obrázek 33: Zkouška výpalu hlíny s fritou [20]

Objekty se vyvíjely dobrým směrem, bylo zajímavé rozvíjet smíchávání hlíny a různě hrubé frity. Každá velikost a množství dělalo změny ve vzhledu objektů. V dalších pokusech jsem do hlíny přidávala oxid manganu pro zabarvení nebo jsem do vzorku přimíchala obyčejný humus ze zahrady.



Obrázek 34: Zkouška výpalu hlíny s fritou [20]

Varianty tvarů a vrstev skla, hlíny a struktur bylo nutné prozkoumat pro vznik finálního projektu.



Obrázek 35: Zkouška výpalu hlíny s fritou a dalšími příměsi [20]



Obrázek 36: Zkouška výpalu hlíny s fritou [20]

Během studia jsem přišla do kontaktu s Katedrou sklářských strojů a robotiky na Technické univerzitě v Liberci, která mimo jiné vyvíjí sklo-keramický materiál. Ve spolupráci s doc. Ing. Vlastimilem Hotařem jsem směla smíchat materiály a zkoušet jejich reakci na sebe v různých poměrech a příměsí.



Obrázek 37: Zkouška výpalu hlíny se sklo-keramickým materiálem [20]



Obrázek 38: Zkouška výpalu hlíny se sklo-keramickým materiálem [20]

4.4 Realizace

Objekt jsem vyráběla na stole s pomocí válečku a surovin potřebných k modelaci. Promícháním sklo-keramiky s hlinou, vznikla hmota specifických vlastností. Nesnadným tvarováním a praskáním suroviny jsem se nechala inspirovat.



Obrázek 39: Modelování z nové kombinace materiálů [20]



Obrázek 40: Příprava výpalu nového materiálu v keramické peci [20]

Hmotu jsem vypalovala na 1300 C° v kruhové keramické peci, která byla v průměru 50 cm.



Obrázek 41: Nový materiál po výpalu v keramické peci [20]



Obrázek 42: Modelovaný a vypálený materiál [20]

Finální sklo-keramické objekty



Obrázek 43: Finální sklo-keramické objekty [20]



Obrázek 44: Detail sklo-hliněného objektu [20]

5. Závěr

Cílem této práce bylo rozšířit povědomí o mikrosvětě sklotvorných oxidů v přírodě. Oxid křemičitý (SiO_2) je důležitý pro výrobu skla, stejně tak pro vznik fytolitu. Inspiroval mě a přivedl k tématu zpracování skla, hlavně fritové drtě a písku.

V bakalářské práci jsem vycházela ze znalosti technologie skla a hlíny. Jsou to poznatky nasbírané v průběhu studií, stáží a praxe, které se zhodnotily v nových experimentech. Vznikly další pokusy s materiálem, ve kterých bych ráda pokračovala. Sklo je materiál, který lze dále rozvíjet a zkoumat.

6. Použité zdroje

- [1] Cabanes, D., Weiner, S., & Shahack-Gross, R. (2011). Stability of phytoliths in the archaeological record: a dissolution study of modern and fossil phytoliths. *Journal of Archaeological Science*, 38(9), 2480-2490.
- [2] Fossil dung reveals dinosaurs did graze grass/ New Scientist. New Scientist | Science news and science articles from New Scientist [online]. Copyright Ltd. [cit. 13.05.2022]. Dostupné
- [3] Gallaher TJ, Akbar SZ, Klahs PC, *et al.* 2020. 3D shape analysis of grass silica short cell phytoliths: a new method for fossil classification and analysis of shape evolution. *New Phytologist* 228: 376–392.
- [4] Gibson DJ. 2009. *Grasses and grassland ecology*. Oxford: Oxford University Press.
- [5] Glen G. Fredlund and Larry T. Tieszen (2010). Modern Phytolith Assemblages from the North American Great Plains, *Journal of Biogeography*, Vol. 21, No. 3 (May, 1994), pp. 321-335 Blackwell Publishing
- [6] Harvey, E. L., & Fuller, D. Q. 2005. Investigating crop processing using phytolith analysis: the example of rice and millets. *Journal of Archaeological Science*, 32(5), 739-752.
- [7] Hošková, K., Neustupa, J., Pokorný, P., & Pokorná, A. 2022. Phylogenetic, ecological and intraindividual variability patterns in grass phytolith shape. *Annals of botany*, 129(3), 303-314.
- [8] Kelly, E. F., Amundson, R. G., Marino, B. D., & Deniro, M. J. (1991). Stable isotope ratios of carbon in phytoliths as a quantitative method of monitoring vegetation and climate change. *Quaternary Research*, 35(2), 222-233.
- [9] Madella M, Powers-Jones AH, Jones MK, 1998: A simple method of extraction of opal phytoliths from sediments using a non-toxic heavy liquid. *Journal of Archaeological Science*, 25, 801-803.
- [10] *Michaela Jirsová. 2014. Fytolitová analýza v archeobotanickém výzkumu. Výpovědní hodnoty a limity metod na příkladu lokality Vestec u Chrudimi.*
- [11] Parry DW, Smithson F, 1964: Types of Opaline Silica Depositions in the Leaves of British Grasses. *Annals of Botany*, 28, 169-185.

[12] Pearsall DM, 1989: Paleoethnobotany: a handbook of procedures. San Diego: Academic Press.

[13] Piperno, D. R. 2006: Phytoliths: a comprehensive guide for archaeologists and paleoecologists. Rowman Altamira.

[14] Prasad, V., Stromberg, C. A., Alimohammadian, H., & Sahni, A. 2005. Dinosaur coprolites and the early evolution of grasses and grazers. *Science*, 310(5751), 1177-1180.

[15] Rosen, A. M., & Weiner, S. (1994). Identifying ancient irrigation: a new method using opaline phytoliths from emmer wheat. *Journal of archaeological Science*, 21(1), 125-132.

[16] Strömberg, C. A., Dunn, R. E., Crifò, C., Harris, E. B. 2018: Phytoliths in paleoecology: analytical considerations, current use, and future directions. In *Methods in paleoecology* (pp. 235-287). Springer, Cham.

[17] Twiss PC, Suess E, Smith RM. 1969. Morphological classification of grass phytoliths. *Soil Science Society of America Proceedings* 33: 109–115.

[18] Vencl, S. (2001). Souvislosti chápání pojmu „nálezový celek“ v české archeologii. *Archeologické rozhledy* 53, 592-614.

[19] OBRAZEM: Archeologové odkryli hromy a zásobní jámy-Znojemský deník. *Znojemský deník – informace, které jsou vám nejbliž* Copyright [cit. 13.5.2022]. Dostupné z:https://znojemsky.denik.cz/zpravy_region/obrazem-archeologove-odkryli-hroby-a-zasobni-jamy.html

[20] Osobní archiv

7. Příloha fotografií

Zkoušky možností skla a hlíny, kterých se mi podařilo docílit.

















....



















