

KARLOVA UNIVERZITA V PRAZE
PEDAGOGICKÁ FAKULTA
KATEDRA CHEMIE A DIDAKTIKY CHEMIE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Zlaté šafránové laky

Vypracovala:

Marie Stýblová

Vedoucí bakalářské práce:

Mgr. Ing. Štěpánka Kučková, Ph.D.

Studijní obor:

Biologie, geologie a en. – Chemie

V Praze dne 10. dubna 2010

Tato bakalářská práce byla vypracována na Katedře chemie a didaktiky chemie Pedagogické fakulty Univerzity Karlovy v Praze v období březen 2009 – duben 2010.

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně s vyznačením všech použitých pramenů a spoluautorství. Souhlasím se zveřejněním bakalářské práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách, ve znění pozdějších předpisů. Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, ve znění pozdějších předpisů.

V Praze dne 10. dubna 2010

SOUHRN

Cílem bakalářské práce bylo připravit tři zlaté šafránové laky podle středověkých receptur, posoudit jejich kvalitu a barevnou intenzitu. Připravené zlaté laky dále posloužily v jiné diplomové práci jako modelové vzorky ke studiu pryskyřičných látek pomocí plynové chromatografie.

Tato práce se rovněž zabývá historií použití šafránu (*Crocus sativus*) v uměleckých oborech, medicíně i gastronomii. Jeho původem, pěstováním, hlavními barvicími látkami obsaženými v pestících a bliznách, jejich chemickou strukturou a biosyntézou.

Ukázalo se, že šafrán je velmi zajímavou rostlinou, která produkuje nezaměnitelné aroma a chuť, v současné době využívané v nejrůznějších oborech, a to i v průmyslné výrobě. Avšak příprava barviva pro malířské a restaurátorské účely je oproti minulosti téměř zanedbatelná.

SUMMARY

The aim of this thesis was to prepare three golden saffron varnishes due to medieval recipes, to assess their quality and color intensity. The prepared golden varnishes also served as a model samples to study resinous substances using gas chromatography in another diploma thesis.

This work also deals with the history of usage of saffron (*Crocus sativus*) in artworks, medicine and gastronomy. It deals with its origin, cultivation and the main coloring substances, which are contained in pistils and stigmas, as well as their chemical structure and biosynthesis.

In this paper is shown, that the saffron is a very interesting plant, which produces the unmistakable aroma and taste, currently used in various fields, and even industrial production. However, the preparation of dyes for painting and restoration purposes, it is almost negligible compared to the past.

OBSAH

1. ÚVOD	8
2. TEORETICKÁ ČÁST	9
2.1 ÚVOD DO HISTORIE A POUŽITÍ ŠAFRÁNU	9
2.1.1 Přední Asie a Dálný východ v době předantické.....	9
2.1.2 Starověké Řecko a Řím	10
2.1.2.1 Výroba šafránového barviva v římské říši	11
2.1.3 Středověk	11
2.1.3.1 Malířství	12
2.1.3.2 Knižní malba a iluminace.....	12
2.1.3.3 Barvení textilu	15
2.1.4 Novověk.....	15
2.2 ŠAFRÁN SETÝ (<i>Crocus sativus</i> L.)	16
2.2.1 Taxonomický systém.....	16
2.2.1.1 Třída <i>Liliopsida</i> a čeleď kosatcovité (<i>Iridaceae</i>)	16
2.2.2 Biologická stavba	17
2.2.3 Kultivace a rozšíření pěstování.....	18
2.2.4 Výsadba	19
2.2.4.1 Životní cyklus rodu <i>Crocus</i> , resp. <i>Crocus sativus</i>	20
2.2.4.2 Přírodní a klimatické podmínky k pěstování	20
2.2.5 Pěstování.....	21
2.2.6 Sklizeň	21
2.2.7 Využití pestíků a blizen	22
2.2.7.1 Medicínské využití	23
2.3 OBSAŽNÉ CHEMICKÉ LÁTKY	25
2.3.1 Chemické zastoupení jednotlivých látek	25
2.3.2 Hlavní barvicí látky	25
2.3.2.1 Krocetin ($C_{20}H_{24}O_4$).....	25
2.3.2.2 Krocín ($C_{44}H_{64}O_{26}$).....	26

2.3.2.3 Další významné chemické sloučeniny	26
2.3.3 Biosyntéza krocínu, pikrokrocínu a safranalu	27
2.3.4 Chemická analýza barviv.....	27
2.3.4.1 Celosvětově používaná klasifikace intenzity barev	28
2.3.5 Vlastnosti barviva <i>Crocus sativus</i>	29
2.3.6 Postup přípravy barvení tkanin a vlněné příze	29
2.3.6.1 Barvení bavlněné tkaniny.....	29
2.3.6.2 Barvení vlněné příze	29
3. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST.....	30
3.1 Použité chemikálie a materiály	30
3.2 Příprava zlatého laku I	30
3.3 Příprava zlatého laku II.....	30
3.4 Tradiční výroba šafránového laku – sloužící k iluminování.....	31
4. VÝSLEDKY A DISKUSE	32
5. ZÁVĚR	34
6. LITERATURA.....	35
7. SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	38

1. ÚVOD

Cílem této bakalářské práce bylo zpracovat téma „*zlaté šafránové laky*“, které je průřezové vzhledem k mému studijnímu oboru – chemie a biologie.

Šafrán vešel ve známost především pro své vynikající barvicí účinky. Začal se ale hojně využívat i jako koření, barvivo na látky, líčidlo na obličej a rovněž jako umělecký pigment. Například ve středověku byl používán k imitacím zlata a také se stal nezbytným v písemnictví.

Ne nadarmo se říká, že je něčeho jako šafránu, protože šafránové barvivo bývalo velice žádané, ovšem svou cenou také úměrně velmi drahé. Patřilo k luxusnímu zboží, které si mohly dovolit jen nejvyšší vrstvy společnosti. V současné době je výhodou, že jej lze nahradit jinými přírodními nebo syntetickými barvivy. Přesto je výroba šafránové žlutě nezastupitelná především v restaurátorské práci, kdy se jeho příprava stále děje podle tradičních receptů. Pořád ale platí, že – v porovnání s výtěžkem – jsou ceny surovin na přípravu šafránového laku velmi vysoké.

V této bakalářské práci jsou popsána místa výskytu, pěstování a biologické poznatky o této rostlině, kterými jsou například taxonomické zařazení a morfologická stavba rostliny, její životní cyklus, medicínské využití apod. Z chemického hlediska je popsána hlavní barvicí látka (krocín, resp. krocetin), jeho chemická struktura a také výroba tří druhů šafránových laků připravených podle historických receptur.

2. TEORETICKÁ ČÁST

2.1 ÚVOD DO HISTORIE A POUŽITÍ ŠAFRÁNU

2.1.1 Přední Asie a Dálný východ v době předantické

Šafrán setý (*Crocus sativus*) představuje rostlinu, která byla původně v době předantické pěstována hlavně v Persii jako zdroj žluté barvy (tab. I). První zmínka o něm pochází ze semitských hliněných desek ze 2. tisíciletí před n.l. [1]. Z Persie se šafrán šířil dále do Indie, Afganistanu a Číny a k barvení textilu byl používán také ve starém Izraeli [2].

Tabulka I. Popis žlutých pigmentů a barviv zastoupených v příslušném historickém období. Pra–pravěk, St I–starší starověk, St II–mladší starověk, 13.–13. století apod. [2,3,4]

Pigment / barvivo	Pra	St I	St II	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.
Auripigment (As_2S_3)			•	•	•	•	•	•	•	•	•
Barytová žluť ($BaCrO_4$)										•	•
Chromová žluť ($PbCrO_4$ s příměsí $PbSO_4$)										•	•
Indická žluť (hořečnatá nebo vápenatá sůl kyseliny euxanthové)						•	•	•	•	•	
Kadmiová žluť (CdS)										•	•
Kobaltová žluť ($K_3[Co(NO_2)_6] \cdot H_2O$)										•	•
Marsova žluť (Fe_2O_3 s příměsí $CaSO_4$)									•	•	•
Masikot (PbO)		•	•	•	•	•	•	•			
Neapolská žluť (ZnO , CdO , zemité pigment)		•					•	•	•	•	
Olovnato-cínčitá žluť ($2PbO \cdot SnO_2$)			•		•	•	•	•	•		
Siena přírodní, pálená ($Fe_2O_3 \cdot nH_2O$)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Stronciová žluť ($SrCrO_4$)										•	•
Turnerova žluť ($PbCl_2 \cdot 5-7H_2O$)									•	•	•
Zinková žluť ($ZnCrO_4$)										•	•
Žluté okry ($Fe_2O_3 \cdot nH_2O$, $FeO(OH)$)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Gumiguta								•	•	•	•
Kvercitron, žlutý lak									•	•	•
žluť z Resedy barvířské			•	•	•	•	•	•	•		
Řešetláková žluť		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Šafránová žluť		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

Náznaky o barevním lnu použitím šafránu byly v Indii a na Dálném východě zmíněny už v době 1500–600 před n.l., kdy se pestíky šafránu barvila roucha buddhistických mnichů [1].

V roce 1960 se našel v jeskyni v Izraeli na židovské poušti v blízkosti Mrtvého moře kožený měšec datovaný do roku 135 n.l. [1], který mezi jinými věcmi obsahoval jedenáct vzorků obarvené nespředené vlny. Abrahams a Edelstein identifikovali barevné látky pomocí infračervených spekter barevných extraktů neznámých barev s barvami známými a došli k závěru, že žlutý textilní vzorek obsahuje šafránové barvivo [1].

2.1.2 Starověké Řecko a Řím

Šafrán byl nejžádanějším barvivem ve starém Řecku a Římě, kde obzvláště dámy si oblíbily šafránově žluté oděvy a roucha [1,2]. Pestíky byly používány také k barvení a výrobě uměleckých pigmentů [1]. Nejstarší mytologičtí řečtí představitelé a básníci vyzdvihují kulturní význam šafránu a ukazují odlesk orientální posvátnosti v jeho zářivě čisté žluti [1]. V Aischylových „*Peršanech*“ volá chór z Hádova domu mrtvého krále Daria: „*Ukaž se, ukaž se, starý vládce, pojď s námi v krokusem zdobených botách na nohou a s královskou korunou na hlavě.*“ Z tohoto malého příkladu můžeme také soudit, že Řekové v době heroických mýtů šafrán znali [1].

Zcestovalý řecký lékař Dioskurides (Anazarbos v Kilíkii) napsal okolo roku 77 nebo 78 n.l. dílo: „*De materia medica libri quinque*“, které bylo přeloženo z řečtiny do latiny jako lékařská farmakologie v pěti svazcích. Tato kniha slouží jako důležitý pramen bylinářského umění starověku, protože je v něm uvedeno 384 barevných vyobrazení rostlin. Mezi jinými obsahuje barvicí rostliny jako je například pilát lékařský (*Alkanna tinctoria*), italskou datlovou slívu (*Diospyros lotus*), mořenu barvířskou (*Rubia tinctorum*), svízel (*Galium*) a samozřejmě i šafrán setý (*Crocus sativus*) [1].

Je známo, že šafrán byl používán i v Minojské říši na ostrově Kréta, kde bylo jeho zobrazení nalezeno na freskách a jedna z prvních literárních zmínek o něm (1500–1100 před n.l.) byla psaná tzv. lineárním písmem typu b. Zdá se, že samotná rostlina přišla do Řecka z Orientu, načež poukazuje i slovo „krokus“ [1].

2.1.2.1 Výroba šafránového barviva v římské říši

Žlutý okr se v římských malbách někdy nacházel také společně se šafránem jako například na žluté nástěnné malbě v Pompejích [1]. Občas bylo přidáváno k šafránu ještě i mléko, jak se zmiňuje již Plinius [1]. Byl rozšířen a pěstován Římany v Abruzii a na Sicílii. Z Římské říše se rozšířilo pěstování šafránu do Francie (Provence, Languedoc) [1].

Svébský mnich Strabo vypráví o tom, že na Sicílii rostl ten nejlepší krokus v údolí předhůří „Korykos“ v blízkosti slavné jeskyně [1]. Popisuje tuto jeskyni jako velikou kotlinu kruhovitého tvaru, obklopenou po všech stranách vysokou skálou. Na sestupu do kotliny je nerovnoměrné a skalnaté dno, které je vyplněno keři – stálezelenými a kultivovanými. V některých místech se pěstuje šafrán [5]. Je dobře možné, že hora a krajina obdržely svá jména po této rostlině [1].

2.1.3 Středověk

Oproti starověku byl šafrán méně užíván ve středověké západní Evropě kvůli snazší dostupnosti jiných žlutých barviv. Nicméně se ve větší míře používal ve Španělsku, kde byl znám již od 9. století a kam se dostal v raném středověku díky Arabům [1,6].

Šafrán se využíval od raného středověku k malbě iluminací [6]. Významným se také stal jako barvivo pro lak na cínovou nebo stříbrnou fólii, která imitovala zlato. Pozlacovači tuto metodu používají dodnes [6]. Šafrán byl a stále je důležitým prvkem v latinském kuchařství. Ženy si jím ve 13. a 14. století nebarvily jen oblečení, nýbrž jej používaly také jako líčidla na obličej [1].

V Basileji se stalo kolem roku 1420 pěstování a distribuce šafránu úspěšnou živností. Přesto tu nepříznivé klimatické roky zapříčinily jeho krátké trvání. Ve Wallisu (Švýcarsko) byly klimaticky dobré podmínky, a proto se zde pěstování v malém měřítku zachovalo dodnes [1].

Rukopis ze 14. století z Mont Pellier má kapitolu „*Vzhled, poznávání a pojení krokusu*“ [6] a o šafránu je v něm napsáno: „*Je přivážen ze Španělska, ale má dvě jakosti, zahradní a orientální. Zahradní, protože se objevuje v zahradách bez udržování, a orientální, protože roste ve východních zemích, ale jen tam, kde je pěstován. Tento druhý,*

když kvete, má uprostřed svého květu tři nebo čtyři tyčinky, blizny. Vyberte tedy jen ty, které jsou celé červené a nebo oranžové, ty které jsou jen trochu žluté, neberte.“ [6]

V rukopisu „Sloane, 1698“ z 15. století jsou zmiňovány druhy zahradní, polní a orientální. Orientální druh je zřejmě sicilský, který byl v antice nejvíce ceněn. Mistr Petr ze St. Omer v severní Francii říká ve 14. století toto: *„Ne každý šafrán se dá použít k malování a psaní, a určitě víte, že ten co roste v této části Galie, která je naším domovem, stejně jako v ostatní Francii, není ten dobrý. Ačkoliv se zdá být podobný se správným druhem, stejně nemá tu přesnou barvu, vůni ani chuť. Je jedna rostlina podobná té bílé svými listy a kořeny, a jejíž květy nazýváme krokus, ale jen laici ji říkají šafrán. Když se podíváte na její květy a vidíte, že při jedné straně listů mají navrchu světlé místo, víte už, že to nejsou ty správné. Když si nasliníte dva prsty a mnete květ a ten vám rychle pustí žlutou barvu, pak vězte, že pochází z Itálie nebo Španělska, a je to ten dobrý. Na Sicílii, jak říká jakýsi Ysidius (Isidore Sevilský), je ještě lepší druh zvaný Corycian. Nejvíce toho nejlepšího šafránu pochází odtud, má krásnou vůni a jeho barva je krásnější než zlato.“ [6]*

2.1.3.1 Malířství

Šafránová žlutá nebyla mnoho užívána v temperách na deskách a už vůbec ne na zdech pro svůj nestálý charakter [6]. Mnohem významnější uplatnění našel šafrán v knižní malbě (kap. 2.1.3.2) a barvení textilu (kap. 2.1.3.3).

2.1.3.2 Knižní malba a iluminace

Šafrán byl používán po dobu celého středověku ke zvýraznění zelených pigmentů. Ve 14. a 15. století se mísil také s měděnkou (zvláště v Německu) za vzniku zelené barvy, které se říkalo travní zeleň. Zeleně pro knižní malbu byly směsí šafránu a azuritu, anebo také z měděnky a šafránu. Sklovitý žlutý šafrán byl někdy užíván v písemnictví pro ornamentální zdobení perem, okolo barevných iniciál, pro zlatě vypadající orámované iluminované plochy v knihách a pro zlatě vypadající lazury a akcenty v linkách psaných červeně nebo černě. Barva rukopisů vydržela téměř tak, jak původně vypadala – málokdy vybledla [6].

Barvicí prostředky západních středověkých knižních ilustrátorů byly tři typy: 1) přírodní anorganické, 2) chemické anorganické a za 3) přírodní organické. Právě třetí typ přírodních organických žlutých barvicích prostředků obsahoval hlavně tato barviva: šafrán (pestíky *Crocus sativus*) a resedu žlutou (*Reseda luteola*) [1].

Rukopis „*das Oberdeutsche Färbbüchlein des 15. Jahrhunderts*“ (uložen v Bavorské státní knihovně v Mnichově) uvádí následující rostliny využívané k barvení: sapan (*Caesalpinia – Arten*), olši lepkavou (*Alnus glutinosa*), javor babyku (*Acer campestre*), resedu žlutou (*Reseda luteola*), bez chebdí (*Sambucus ebulus*), yzop lékařský (*Hyssopus officinalis*), ořešák královský (*Juglans regia*), ptačí zob obecný (*Ligustrum vulgare*), rostliny rodu *Indigofera* a šafrán (*Crocus sativus*) [1].

Iluminace (obr. 1) mají svůj původ již ve starověkém Egyptě, kde se papyrové svitky obohacovaly obrázky. Vyskytovaly se také v řeckých a koptských rukopisech již ve 4. století před Kristem. Značný rozvoj iluminační techniky byl pak zaznamenán ve středověku, kdy byly antické geometrické iniciály nahrazovány v hojně míře rostlinnými motivy [8].



Obrázek 1. Iluminace; vražda sv. Václava, románský styl, autor neznámý [7].

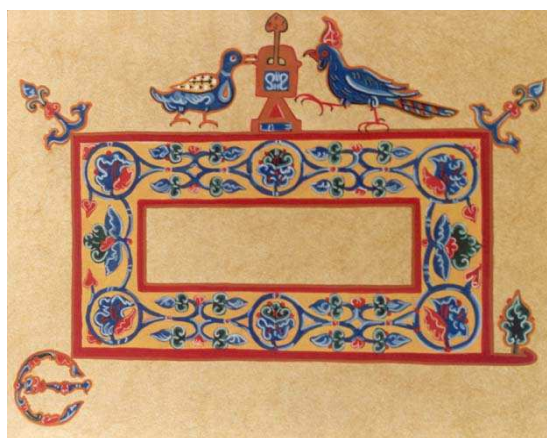
Středověká skriptoria mnohých klášterů vytvářela umělecky ceněná, převážně sakrální díla. Je zajímavé, že iluminátor (člověk tvořící iluminace) většinou latinskou řeč neovládal, ba dokonce býval často negramotný. Autor nejprve napsal rukopis, poté se teprve napsané dílo dostávalo do rukou iluminátora. Iluminátor si barvu míchal sám a k dosažení požadovaného odstínu ji nanášel ve více vrstvách [8,9]. Nejdříve byly vybarveny motivy jedné barvy, potom se přistupovalo k barvě další. Takto ošperkované knihy sloužily především k vnější prezentaci, byly výrazem bohatosti člověka a hodnotným sběratelským exemplářem. Výborně provedené iluminace podávají do současnosti zajímavý doklad o minulosti, o postupném vývoji a změnách historických období [8,9].

K vlastní iluminaci šafránem dal malíř špetku sušeného šafránu do malé misky, zakápnul jej bílkem a dále nechal barvu vyluhovat. Výsledný extrakt nebo tinktura byla výborně transparentní a silně žlutá. Takto připravovaná barva byla v určitém rozsahu používána pro psaní a často pro malbu a lazurování přes jiné barvy [6].

Iluminací – tedy výzdobou rukopisných kodexů – kniha stoupala na své ceně a stávala se přímo uměleckým artefaktem. Výzdoba měla podobu drobných obrázků, ale i celostránkových obrazů a nákresů. Někdy se jednalo také o výzdobu okraje listů (tzv. marginálie) a dekorativní iniciály. Protože psaní a dokreslování rukopisů bylo časově náročné, objevovaly se iluminace např. v době románské jen v Bibli a v církevních knihách. Od poslední čtvrtiny 13. století vlivem rozvoje gotiky se u nás začaly objevovat i knihy světské s bohatou výzdobou – kroniky, legendy, rytířská a veršovaná epika, cestopisná a vzdělávací literatura. Asi největším ctitelem iluminací z českých panovníků byl Václav IV. [9].

V 15. století Johann Gutenberg a jeho následovníci přinesli obrovský pokrok ve tvorbě knih, kdy se podstatně zkrátil proces jejího vzniku. Tisk za pomoci tiskařského lisu umožnil okamžitou revoluci v šíření autorského díla. Kniha měla také novou podobu. Nejstarší tištěnou knihou na území Čech byla „*Kronika Trojanská*“ od Quida de Colimna, která pravděpodobně vznikla v Plzni v roce 1468. Potom následovaly další tisky latinských knih. Umění iluminace ale vlivem knihtisku spolu s nástupem renesance (na přelomu 15. a 16. století) v Evropě pomalu zaniklo [9].

Avšak Arabové, Peršané, Turci a Indové vyznávající islám dosahují v umění iluminace od počátku 15. století vrcholné úrovně. Jejich modré a zlaté miniatury (obr. 2) patří ke skvostům tohoto druhu umění [8].



Obrázek 2. Miniatura – detail z knižních iluminací, vaječná tempera, papír (22x14cm), červenec 1998, soukromé vlastnictví, Srbsko [10].

2.1.3.3 Barvení textilu

Malíř Cennino Cennini (narozen roku 1372 ve Val d'Elsa) žil a působil koncem 14. století a v první polovině 15. století ve Florencii a Padově. Kolem roku 1400 napsal knihu „*Trattato della pittura*“. Ve 173. kapitole této knihy popisuje potisk tkanin, které bylo v této době rozvíjeno. Jako pigment pro tisk látek zmiňuje Cennini také šafrán [1].

Nejlepší pohled do textilního barvířství během 16. století se nám dostane pomocí první tištěné barvířské knihy „*Plictho*“ (autor Gioanventura Rosetti, 1548). Šafrán je zde označován jako Zaffaran. Před 16. stoletím bylo barvířské umění na západě tajnou technologií, která byla pečlivě opatrována. Zatímco před prvním vydáním této knihy nebyla k dispozici žádná podrobná literatura o technice barvení, studie obchodních dokumentů, společenských zpráv a analytické výzkumy mnoha obarvených textilních vzorků nám dala představu o umění, které zůstalo na západě na konci 15. století nezměněno [1].

Barvy antiky a středověku představují vlastně odstíny tří základních pigmentů: červené, modré a žluté. Za žluté tóny s pravou jasností byly považovány za nejdůležitější barvy resedy žluté (*Reseda luteola*), řešetláku počistivého (*Rhamnus catharticus*), šafránu (*Crocus sativus*) a kručinky barvířské (*Genista tinctoria*) [1].

2.1.4 Novověk

V 17. a 18. století byl šafrán uplatněn ke kolorování tisků, a to především v akvarelu pro malbu map, které bylo ovšem finančně velmi náročné, a proto byl nahrazován saflorem nebo kurkumou [1].

Okolo roku 1630 se stal šafrán v Německu dobře známým obchodním artiklem. Ve Spojených státech amerických byl pěstován už od roku 1750 [1].

2.2 ŠAFRÁN SETÝ (*Crocus sativus* L.)

2.2.1 Taxonomický systém

Šafrán setý (*Crocus sativus*) patří do třídy jednoděložných rostlin *Liliopsida*, do řádu *Iridales* (kosatcovité) a čeledi *Iridaceae* (kosatcovité). Celé taxonomické zařazení šafránu setého vyjadřuje přehledně níže uvedená tabulka (tab. II) [11].

Tabulka II. Zařazení šafránu setého do taxonomického systému [11].

regnum (říše):	<i>Plantae</i>
divisio (oddělení):	<i>Magnoliophyta</i>
classis (třída):	<i>Liliopsida</i>
ordo (řád):	<i>Iridales</i>
familia (čeleď):	<i>Iridaceae</i>
genus (rod):	<i>Crocus</i>
species (druh):	<i>C. sativus</i> L.

2.2.1.1 Třída *Liliopsida* a čeleď kosatcovité (*Iridaceae*)

Třída *Liliopsida* zahrnuje rostliny navazující na primitivní dvouděložné rostliny (*Magnoliopsida*). Charakteristická je pro ně většinou ataktostélická stavba stonku, který druhotně – až na výjimky – netloustne. Na zárodku mají jen jednu dělohu, hlavní kořen vyvíjející se z radikuly brzy zaniká a je nahrazen adventivními svazčitými kořeny. Květy jsou spirocyklické až cyklické, oboupohlavné až jednopohlavné, s nerozlišeným květním obalem a často s trojčetnými kruhy květních orgánů [12].

Čeleď kosatcovité obsahuje hlavně byliny, zřídka druhotné dřeviny. Vytrvávají v zemi cibulemi, bazálními hlízami nebo oddenky. Mají trojčetné květy, podepřené velkým listenem. Spodní semeník dozrává v tobolku. Perigon (okvětí) je na bázi srostlý v trubku. Rozšíření této čeledi je kosmopolitní s velikým významem výskytu v jižní Africe. Některé druhy se pěstují v zahradách a parcích [12].

2.2.2 Biologická stavba

Šafrán setý (*Crocus sativus*) – (anglicky Saffron, francouzsky Safran d'automne, italsky Zafferano, španělsky Azafrán, německy Echter Safran) představuje vytrvalou, jednoděložnou, velmi starou kulturní bylinu [1]. V Čechách je lidově nazývaný také jako krokus setý, krocín, krocinka, kročec, krokus, krokus žlutý, světlice, šafrán pravý, šefra, šefra jedlá, šefraň, žlutidlo [13].

Hlízy šafránu (obr. 3) jsou široké v průměru do 5 centimetrů, poléhavé a kulovité, na bázi zploštělé. Obaly mají žilnaté. Žilky jsou velmi úzké a jemně síťované, rozšířené na vrcholu hlízy.

Počet bílých, blanitých děložních lístků je 3–5. Listy (5–11) se pravidelně objevují v dobu květu, jsou vzpřímené, zelené, 1,5–2,5 mm široké, lysé nebo řasnaté.

Podzimní vonící květy (1–4) se vyskytují od tmavě šeříkové po nachovou barvu s tmavými vlákny a tmavě fialovým zbarvením v hrdle květu. Hrdlo u mladých květů je bílé nebo nafialovělé. Květní listeny jsou přítomny. Mají bílou barvu, jsou velmi nepravidelné, blanité, dlouhé, postupně se zužující.

Perigon (okvětí) je široký 4–8 cm. Jednotlivé segmenty okvětí jsou téměř rovné, 3,5–5 cm dlouhé, 1–2 cm široké, kopinaté nebo obvejčité, tupé.

Nitky dosahují délky 7–11 mm, mají červenavou barvu a jsou lysé. Prašníky jsou 15–20 mm dlouhé a žluté.

Pestík je rozdělen do tří tmavě červených kyjovitých vláken (bliznen). Každé vlákno má délku 25–32 mm. Často přesahují prašníky a přinejmenším polovinu délky okvětních segmentů [15].



Obrázek 3. Zleva: *Crocus sativus* L., *Crocus vernus* L. [14].

2.2.3 Kultivace a rozšíření pěstování

Crocus sativus není znám jako divoce rostoucí bylina. Reprezentuje sterilní triploidní rostlinu ($3n=24$), která byla kultivována z diploidní *Crocus cartwrightianus* Herbert [15]. Moderní kultivary šafránu se nerozmnožují semeny, ale nepohlavně – tedy vegetativně. Šafránové hlízy se množí rychle a jsou rozdělovány jednou do roka [16].

Původně se *Crocus sativus* vyskytoval v Řecku (Kréta) a v Orientu [1]. Dnes se nejvíce šafránu pěstuje na chráněných horských stráních v pásu půdy v rozmezí od Středozemního moře (jižní Francie, Itálie, Španělsko, Makedonie, Turecko, Arábie, severní Afrika) přes Persii, jižní Rusko až po Kašmír (Pákistán, Indii a Čínu) [1].

Hlavními producenty šafránu jsou v sestupném pořadí Írán, Indie, Řecko, Maroko, Španělsko, Itálie a Turecko (tab. III). Ročně je získáno přibližně 190,6 tun šafránu po celém světě, což znamená zisk přibližně 190 miliónů dolarů [13].

Írán produkuje 89,2 % (cca 170 tun) z tohoto množství. Provincie Khorasan sama o sobě představuje 44 895 ha výše uvedeného celkového množství. Barevně nejintenzivnější odrůdy bývají právě ty íránského původu [13,17].

Tabulka III. Světová produkce šafránu v roce 2004 [18].

Země	tuna	%
Írán	170	89,2
Indie	10	5,2
Řecko	6	3,1
Maroko	1	0,5
Španělsko	0,5	0,26
Itálie	0,1	0,05
Turecko	0,01	0,005
jiné země	3	1,6
celkem	190,6	100

Z původních evropských oblastí produkce šafránu je dnes nejvýznamnější Španělsko (provincie Murcie, Andalusie, Valencie a ostrovy Menorka a Malorka). Teprve krátce je známa zpráva o šafránové sklizni v malém městečku Consuegra, v jednom

z největších šafránových center jihovýchodního Madridu [1]. Španělské odrůdy jsou obecně jemnější barvy, chuti a vůně [13].

Další v řadě je kašmírský „Mongra“ nebo „Lacha“ šafrán (*Crocus sativus* 'Cashmirianus'), který patří mezi nejhůře získatelný pro spotřebitele. Opakovaná sucha, nákazy a neúrody v Kašmíru, v kombinaci s indickým zákazem vývozu do zahraničí, přispívají k jeho vysoké ceně. Šafrán z Kašmíru je rozeznatelný podle velmi tmavého hnědo-fialového odstínu. Patří mezi světově nejtmaší kultivary, projevuje se velmi výraznou chutí, vůní a barvicím efektem [13].

Poprvé byl šafrán do Itálie přivezen dominikánským mnichem za dob inkvizice ze Španělska. Italské odrůdy jsou o něco výraznější než španělské. Šafrán „Aquila“ (*Zafferano dell'Aquila*) – definován vysokým obsahem safranalu a krocínu (kap. 2.3.2), neobvykle štiplavou vůní a intenzivní barvou – se pěstuje výhradně na osmi hektarech v údolí Navelli Valley v italském Abruzzo regionu, v blízkosti L'Aquila. V Itálii je ale největší šafránová kultivace na kvalitu a množství v San Gavino Monreale, (Sardinie). Tam se šafrán pěstuje na 40 ha půdy (60 % italské produkce). Má rovněž velmi vysoký obsah krocínu, pikrokrocínu a safranalu (kap. 2.3.2) [13].

Vedle těchto producentů existují i malí dodavatelé šafránu z Nového Zélandu, Francie, Švýcarska, Anglie, Spojených států a dalších zemí [13]. Francouzské zisky šafránu stojí (oproti španělskému) v dnešní době sotva za povšimnutí. Dříve platilo, že šafrán z Francie – Bezirk Gâtinais (oblast Loiret) – a Dolního Rakouska – Kremže a Melk – patřil k nejlepším odrůdám. Níže hodnocené byly odrůdy z Provence a Languedocu. Dnes tato kultura ve Francii a v Rakousku prakticky zanikla [1].

2.2.4 Výsadba

Nejlepší čas pro výsadbu je začátkem podzimu (začátkem září). Pozdě vysázené hlízy by měly kvést (obr. 4) na podzim bezprostředně následujícího roku. Tím by byla o rok posunuta i sklizeň.



Obrázek 4. *Crocus sativus* v období květu s červenými bliznami [19].

Půda k výsadbě by měla být bohatá na organické látky, poměrně písčité, s vyšším obsahem vápníku, a především odvodněná. Hlízy by se měly sázet 7–15 cm hluboko do země a 5–8 cm od sebe [16].

2.2.4.1 Životní cyklus rodu *Crocus*, resp. *Crocus sativus*

Šafrán a jeho životní cyklus vypadá následovně: Rostliny jsou v aktivním růstu od podzimu do pozdního jara [1]. Na podzim je vztyčena nať (připomínající trs trávy), která stále roste i přes zimu a často dosahuje výšek 45 až 60 cm. Na jaře – kolem dubna – část ročního cyklu končí, listí uvadá a podzemní cibule zůstává ve vegetačním klidu [16]. V létě přežívají období sucha prostřednictvím pevných hlíz. Mnoho druhů rodu *Crocus* zahajuje růst ze země počátkem podzimu a okamžitě vykvétá. Některé z nich produkují listy a kvetou souběžně, zatímco jiné vykvétají bez listí a odloží své olistění na teplejší počasí, obvykle na jaro [1]. U *Crocus sativus* je tomu tak, že hlíza po vegetačním klidu na podzim vyraší v nové listy, následně ihned vykvétá a nový cyklus začíná znovu [16].

2.2.4.2 Přírodní a klimatické podmínky k pěstování

Rod *Crocus* obsahuje 85 druhů. Hranice rozsahu celého rodu *Crocus* se rozkládají od 10° západní délky po 80° východní délky a od 30° do 50° severní šířky. Fytogeograficky se většina druhů vyskytuje v mediteránním floristickém regionu a směrem na východ v iránsko-tureckém regionu. Obě tyto oblasti jsou charakteristické chladnými až mrazivými zimami, deštivým obdobím od jara do podzimu a teplým létem s malým úhrnem srážek. Druhý region je v zimě o hodně chladnější (než oblast mediteránní) a obecně velmi málo deštivý [1].

Zhruba od dubna po září je třeba, aby hlíza *Crocus sativus* setrvala v suché půdě. Šafrán nevyžaduje neustálou přítomnost na slunci, ale měl by být vystaven slunečnímu záření alespoň několik hodin denně. Čím více slunečního záření rostlina absorbuje, tím bohatší výnosy bude poskytovat.

Zahradníci, obávající se nízkých zimních teplot, mohou udržovat rostlinu v interiéru do té doby, než nejhorší zima pomine. Spolehlivé mrazuvzdorné hodnoty

šafránu se pohybují při teplotách až $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Rostliny tedy tolerují velmi chladné počasí i krátkodobou sněhovou pokrývkou. Přesto je nutné vyvarovat se teplotnímu šoku.

Jarní deště a sušší léta jsou pro šafrán optimální. Déšť, který předchází kvetoucímu šafránu, zvyšuje výnosy. Deště v průběhu kvetení znamenají naopak nízké výnosy. Hlístice, rez listů a hniloba hlíz představují další hrozby.

Avšak šafrán pěstovaný pouze v interiéru nebude mít správnou kvalitu [16].

2.2.5 Pěstování

Velmi zásadní v pěstování šafránu je nenechávat odložené cibule (hlízy) ve vlhkém prostředí, natož je nechávat v mokré zemi. Ve fázi růstu (nikdy v období vegetačního klidu), by měly být zavlažovány. Na povrchu je třeba půdu lehce kypřit, zbavovat se plevelů.

- Na podzim – při vyrašení listů. – je nutné dát rostlinu ven, nejlépe na místo nejen slunečné, ale i poněkud chráněné.
- Na jaře (v dubnu), když začne šafrán uvadat, se rostlina přestává zalévat. Hlízy se mohou přenést na léto do interiéru.
- Na podzim – po přestávce vegetačního klidu – začne rostlina vše dohánět a brzy vykvétá. Když se objeví první nové listy, je čas na opětovné zalévání. Rostliny jsou předpěstovány a dány znovu zpět ven. Obvykle se nové listy objevují začátkem září a květy do poloviny října.

Každoroční malé množství vyváženého hnojiva v období vegetačního klidu je pro šafrán jediné přínosem [16]. Dalším bodem úspěchu v pěstování šafránu je včasná sklizeň (kap. 2.2.6).

2.2.6 Sklizeň

Sklizeň pestíků a blizen *Crocus sativus* probíhá na podzim, kdy se plně otevřou světle fialové květy. Postupně jsou z okvětí vytrhány 2–3 cm dlouhé



Obrázek 5. Sušené blizny šafránu [20].

purpurově hnědé blizny (obr. 5), které se sklízají ručně, odštípnutím [13]. Pokud nejsou blizny nasbírány v den, kdy se květ otevře, nebo nejpozději druhý den ráno, začne se kvalita výnosu zhoršovat. Když jsou nalezeny nově otevřené květy, je nutné počkat, až se všechna ranní rosa důkladně odpaří, potom teprve je možné je odřezat. Po odstranění květů se vezme pinzeta, jemně a opatrně se oddělí tři vlákna (blizny). Ty se dají nejlépe do uzavřené nádoby, aby některé z nich neodfoukl vítr [16].

Neexistuje žádný stroj, který by jakkoliv ulehčil jejich sběr, a tento fakt, společně s malým množstvím takto získaného koření (přes 100 000 blizen váží jen asi 1 kg), je důvodem vysoké ceny šafránu [13]. Na jednom hektaru pozemku lze získat asi 20 kg výtěžku. Na 1 kg dobře vysušeného šafránu, což představuje přibližně 5 kg čerstvých pestíků, je třeba 120 000–200 000 květů [1].

Neméně důležité je pečlivě sklizená vlákna důkladně usušit. Rychle je sušíme na přímém slunci, tak aby jemná vlákna nemohla být odfoukána. Snad nejjednodušší technikou je položit šafránové blizny na arch papíru a překrýt je tabulí skla nebo průhledným plastem. Zamezí se tím nežádoucímu vlivu větru a přitom se blizny zpřístupní slunečnímu záření. K sušení lze také použít umělých zdrojů tepla [16]. Pestíky se opatrně suší rozložené na síti nad rozžhaveným uhlím nebo nad horkým popelem. Teprve vysušením vyniká typická vůně [1].

2.2.7 Využití pestíků a blizen

Blizny slouží od starověku jako koření. Dnes je šafrán považován za nejdražší koření na světě. Šafrán se nejvíce používá ve francouzské kuchyni, častým kořením je však i v kuchyni arabské, indické, čínské a latinskoamerické. Používá se k barvení rýžových pokrmů, másla, sýra, těsta, masných a rybích pokrmů, polévek, omáček k uzenému masu atd. Vyskytuje se v tradičních jídlech, jako například ve francouzské rybí pochoutce „boullabaisse“, dále je typickým kořením pro národní španělské jídlo „paella“. I zde je šafrán jako koření nenahraditelný [1].

Neméně významné je, že šafrán slouží jako barvicí prostředek. Kromě textilního barvení byl šafrán dříve používán jako barvivo na pečivo a cukrovinky, dále potom v lihovarském průmyslu. Dále se jím barvily také parfémy a šampóny na vlasy [1].

Využití šafránu jako uměleckého pigmentu je známo již z egyptského *Papyrus leidensis* od Plinia ze starověku. Právě tak se šafrán vyskytl ve středověkých knižních malbách. Šafrán byl pro malířské účely později podrobně zpracován [1].

Při obchodování se šafránem by si měl člověk dát pozor, aby nekoupil jeho „náhražky“. Těmi jsou nejčastěji světlice barvířská (*Carthamus tinctorius*) – zvaná také jako portugalský šafrán – a kurkuma (*Curcuma longa*) [1].

2.2.7.1 Medicínské využití

Obvykle se šafrán označuje jako bezpečné přírodní koření. Denní vhodná dávka pro čtyři osoby je 0,01–0,05 g. Toxicita šafránu byla sice zjištěna, ale je velmi nízká. Orální LD₅₀ šafránu – podávaná jako koncentrát – je 20,7 g/kg. (Studium bylo prováděno na myších). Perorální podávání extraktu šafránu v koncentraci od 0,1 po 5 g/kg nebylo u myší toxické. Perorálním podání může být zefektivněno liposomy, ve kterých jsou zapouzdřeny aktivní látky šafránu. Liposomy přináší výrazný inhibiční účinek na růst transplantovaných nádorových buněk u myší [18]. Intraperitonální LD₅₀ alkoholového extraktu šafránu byla pozorována na myších při 3,5 g/kg, kdy bylo louhováno po dobu tří dnů 10 g blizen v 500 ml ethanolu [21].

Vysoká dávka šafránu (předávkování) má za následek intoxikaci organismu (blouznění, apatii, rozostřené vidění, bolesti hlavy, překrvení vnitřních orgánů, bolesti břicha, nucení na zvracení), má abortivní účinky [22].

Naši předkové věřili, že bylina posiluje vnitřní orgány a dodává veselou mysl. Domnívali se, že věnec z šafránových květů na hlavě krotí opilství. Královna Kleopatra si dávala lístky šafránu do koupele, protože se domnívala, že má díky svému zvláštnímu a silnému aroma afrodiziakální účinky [23].

Krocín a krocetín (kap. 2.3.2) – hlavní chemické složky šafránu – zlepšují paměť a schopnost učení. Jsou užitečné pro léčbu neurodegenerativních nemocí. V klinické studii bylo prokázáno, že šafrán může mít přínos v léčbě mírné až středně těžké deprese [23]. Krocín podstatně zvyšuje průtok krve do sítnice a cévnatky, stejně jako posiluje snazší využití retinální funkce. Může být používán k léčbě ischemických retinopatií a podmíněných makulárních degenerací [18].

Během posledních deseti let byly z různých laboratoří na světě zaznamenány údaje o vlivu šafránu na onemocnění koronárních artérií. Nedávno bylo prokázáno, že potlačení oxidace LDL krocetinem přispívá k útlumu aterosklerózy. S aterosklerózou velmi úzce souvisí ischemická choroba srdeční a vysoký krevní tlak, na něž má šafrán také pozitivní účinky [18].

Šafrán byl používán jako antikoncepční prostředek. Posiluje také dělohu ženy a zmírňuje menstruační potíže. Má antigenotoxické a cytotoxické účinky. Šafrán a jeho hlavní složky karotenoidy mohou mít potenciál k prevenci a léčbě některých forem rakoviny. Alkoholový extrakt šafránu výrazně potlačuje vznik buněčné DNA a RNA. Naproti tomu inhibice proteosyntézy nebyla zjištěna. Bylo prokázáno, že krocin a dimethyl-krocetin mají antimutagenní účinky. Vše naznačuje tomu, že šafrán má potenciál být označen jako antioxidant [18].

Šafránové blizny mají antinociceptivní účinky při bolestech, stejně jako akutní nebo chronické protizánětlivé účinky. Tyto účinky mohou být připisovány šafránu vzhledem k jeho obsahu flavonoidů, tříslovin, anthokyanů, alkaloidů a saponinů [18].

V íránské tradiční medicíně se šafrán používá jako lék proti křečím střev. Takový účinek mají jak vodné, tak alkoholové výtahy šafránu. Krocetin z šafránu také zlepšuje činnost močového měchýře. Má močopudné a žlučopudné účinky. Příznivý vliv má také na astma. Působí blahodárně proti nespavosti. Podporuje metabolickou přeměnu přirozeně se vyskytujících karotenoidů na retinoidy [18].

2.3 OBSAŽNÉ CHEMICKÉ LÁTKY

2.3.1 Chemické zastoupení jednotlivých látek

Šafrán setý je směs přibližně 150ti nestálých, aromatických látek [24]. Uhlovodíky obsažené v šafránu jsou reprezentovány především redukujícími se cukry, které jsou v šafránové sušině zastoupeny hmotnostně kolem 15 %. Mezi těmito cukry je glukosa, fruktosa, gentiobiosa a malé množství xylosy a ramnosy [25]. Hlavní obsažené látky šafránu setého přehledně vystihuje níže uvedená tabulka (tab. IV).

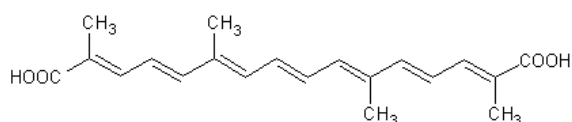
Tabulka IV. Látkové složení blizen šafránu setého [24].

uhlovodíky	12 – 15 %
voda	9 – 14 %
polypeptidy	11 – 13 %
celulosa	4 – 7 %
lipidy	3 – 8 %
minerální látky	1 – 1,5 %
další látky	40 %

2.3.2 Hlavní barvicí látky

2.3.2.1 Krocetin ($C_{20}H_{24}O_4$)

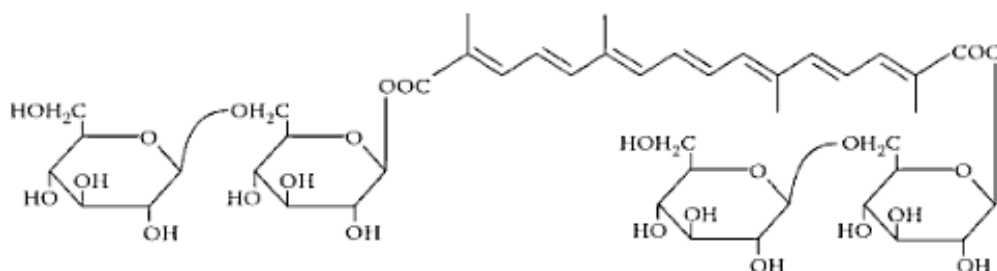
Krocetin (obr. 6) je hydrolytický produkt krocinu (kap.2.3.2.2). Tvoří jasně červené rhombické krystalky o bodu tání 275–276 °C. Existuje v *cis* a *trans* formě, přičemž *cis* forma přechází ve stabilnější *trans* formu. Používá se buď pro přímé barvení (zlato-žlutá barva), nebo se solemi Al^{3+} (sytě oranžová barva), či s Sn^{2+} (sytě žlutá barva) [26]. Krocetin je hydrofóbní, tedy v tučích dobře rozpustná sloučenina. Když zesterifikuje s dvěma ve vodě rozpustnými gentiobiosami, začne být produkt sám o sobě hydrofilní. Vzniklé sloučenině říkáme krocín [24]. 94 % veškerého krocetinu – obsaženého v šafránu – je přítomno ve formě glykosidových sloučenin a zbývajících 6 % je ve formě volného krocetinu [25].



Obrázek 6. Chemická struktura krocetinu ($C_{20}H_{24}O_4$) [27].

2.3.2.2 Krocin ($C_{44}H_{64}O_{26}$)

Krocin (di-(β -gentiobiosyl)-krocetin) je hlavní chemická sloučenina, která způsobuje typické zbarvení blizen šafránu. Pod názvem krocin si lze představit sérii hydrofilních přírodních karotenoidů. Barvivo o stejném chemickém složení se nachází také v plodech rostliny *Gardenia grandiflora* a v listech mahagonových stromů *Cedula toonal*, rostoucích v Indii a Austrálii (barvivo guanaria). Jedná se o diester odvozený od disacharidu gentiobiosy a dikarboxylové kyseliny krocetinu (obr. 7). Vyskytuje se v podobě tmavě červených krystalků o bodu tání 186 °C [24]. Horkými, zředěnými kyselinami hydrolyzuje na krocetin [6].



Obrázek 7. Chemická struktura krocinu ($C_{44}H_{64}O_{26}$) [27].

2.3.2.3 Další významné chemické sloučeniny

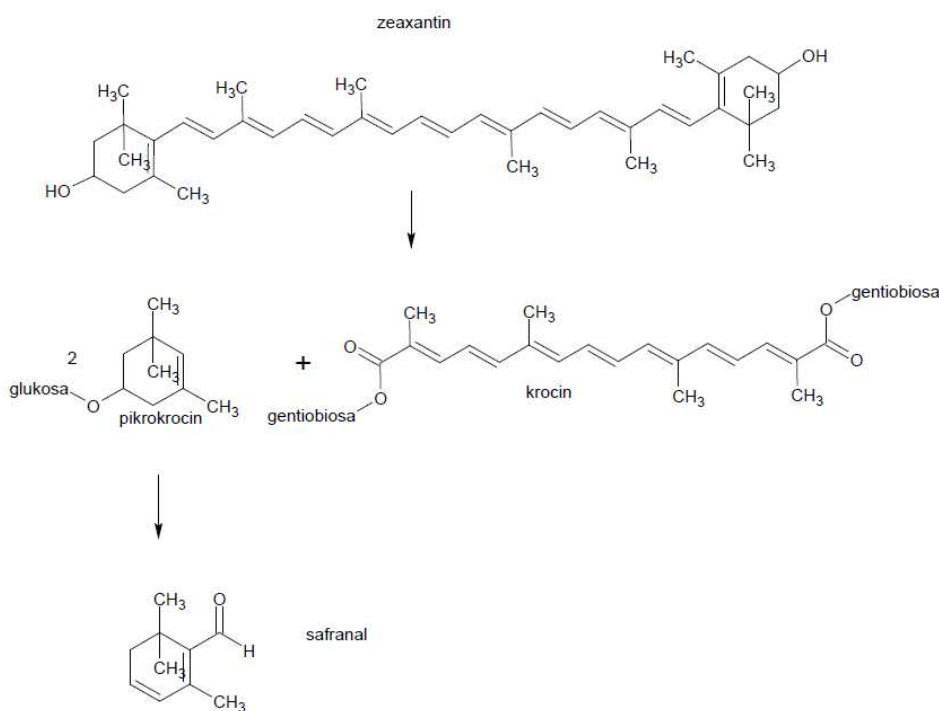
Pikrokrocin ($C_{16}H_{26}O_7$) je zodpovědný za hořkou a mírně pichlavou chuť šafránu. Jedná se o bezbarvý glykosid, který je přítomný v čerstvých bliznách (4 %) [25]. Má insekcidi a pesticidní vlastnosti. Patří také mezi karotenoidy, které jsou běžně přítomny v sítnici oka člověka [24].

Safranal (2,6,6-trimethyl-1,3-cyklohexadien-1-karbaldehyd) má vliv na typickou vůni a aroma *Crocus sativus* [24].

Vedle hlavní barvicí látky (krocinu), obsahuje šafrán stopy volného krocetinu (α -krocetin), jeho monomethylesteru (β -krocetin), *trans*-dimethylesteru (γ -krocetin), *cis*-dimethylesteru, α -, β -, γ -karotenu, xantofylu, lykopenu a zeaxantinu [1].

2.3.3 Biosyntéza krocinu, pikrokrocinu a safranal

Čerstvá pestíková vlákna obsahují hořký glykosid zeaxantin, zvaný protokrocín (trans- β -karoten-3,3'-diol). Ten se snadno rozpadá na jednu molekulu krocinu a dvě molekuly pikrokrocinu. Pikrokrocín (vznikající oxidačním hydrolytickým štěpením protokrocinu) se rozpadá při pozvolném ukládání na safranal a glukosu (obr. 8) [1].



Obrázek 8. Biosyntéza krocinu, pikrokrocinu a safranal ze zeaxantinu [28].

2.3.4 Chemická analýza barviv

Šafránové barvivo je možné dokázat například koncentrovanou kyselinou sírovou nebo vodným roztokem hydroxidu sodného. Rozdrcený šafrán (cca 1 mg) se rozpustí se 2–3 kapkami koncentrované kyseliny sírové. Přitom se objeví tmavě modrá barva, která

později zhnědne. Ve vodném roztoku hydroxidu sodného je rozpuštěný šafrán oranžovo-červený [2].

Při mikrochemické analýze s roztokem octanu olovnatého poskytuje tmavě hnědou sraženinu. Metodou optické mikroskopie není možné provést identifikaci barviva [2].

Barvicí síla, pocházející z výše uvedených složek, je měřitelná různými metodami: např. spektrometricky, vysoko-účinnou kapalnou chromatografií (HPLC) a tenkovrstvou chromatografií (TLC) [25]. Při tenkovrstvé chromatografii se nechá šafránový roztok vyvíjet pomocí mobilní fáze ethylacetát–isopropanol–voda (65:25:10) na silikagelové destičce. Výsledkem separace jsou tři žluté zóny [1].

2.3.4.1 Celosvětově používaná klasifikace intenzity barev

Existují čtyři empirické stupně intenzity barvy (ISO 3632 dohoda). Jedná se o klasifikovaný standard. Šafránové vzorky jsou přiděleny do jednoho z těchto stupňů klasifikovaných standardů (I–nejvyšší kvality, II, III a IV–nejnižší kvality). Krocín je měřen specifickým spektroskopem, tzv. fotospektroskopem. Měřenou veličinou je absorbance (A), která udává v logaritmické stupnici, kolikrát se snížila intenzita původního záření po průchodu vzorkem ($\log(I_0/I)$). Jako standardizovaná vlnová délka se používá hodnota 440 nm v suchém vzorku šafránu. Čím je vyšší hodnota absorbance prošlého světla vzorkem, tím vyšší koncentraci krocínu a zároveň intenzitu barvy vzorek obsahuje. Nejvyšší a nejnižší vzorky mají absorbované skóre (ISO) v průměru 250. Tržní ceny šafránových druhů se odvíjejí přímo od ISO skóre (tab. V). Avšak pěstitelé, obchodníci a spotřebitelé upřednostňují spíše chuť a vůni šafránu před jeho intenzitou barvy [24].

Tabulka V. Klasifikované standardy (ISO 3632 dohoda) [24].
ISO stupně (kategorie) krocín – přesné absorbanční skóre (A)

	$I_0=440\text{ nm}$
I	> 190
II	150–190
III	110–150
IV	< 80–110

2.3.5 Vlastnosti barviva *Crocus sativus*

Šafrán je relativně stálý. Časem barva mírně bledne a to zvláště vlivem UV záření. Zdá se, že stárnutí šafránu, zvláště za nepříznivých podmínek, postupně způsobuje růst monoesterů a volného krocetinu. Následně klesá množství diesterů krocetinu, což snižuje sytost barvy [25].

Šafrán je barvivo na vlnu, hedvábí a bavlnu. Oranžovo-žlutý odstín se vytvoří na namořené vlně. Oranžová barva se objeví na bavlně namořené chloridem cínatým (SnCl_2) [1]. Lze jím barvit látky přímo (bez moření) nebo jej aplikovat na kamencová a cínová mořidla. [1,2] Šafránové barvivo se zpravidla nelakuje, nýbrž se buď suší nebo se zpracovává v koncentrovaném roztoku přímo s pojivovými prostředky [1].

2.3.6 Postup přípravy barvení tkanin a vlněné příze

2.3.6.1 Barvení bavlněné tkaniny

Do volné bavlněné tkaniny se zabalí 2,5 g šafránu. Tento svazeček se nechá namáčet přes noc ve 300 ml vody. Dalšího dne se přichystá voda k varu. Vytvoří se vodní lázeň, ve které se nechá šafrán v tkanině 30 minut při 70 °C. Potom se vyjme svazeček z lázně a doplní se (je-li třeba) voda do 300 ml [1].

2.3.6.2 Barvení vlněné příze

10 g nemořené vlněné příze (cca 5 provázků příze na 2 gramy šafránu) se namočí do vody o teplotě 40 °C. Po prosáknutí vlněné příze vodou je se zahřívá na 80 °C na vodní lázni. Tato teplota se udržuje asi 30 minut. Po ochlazení se vyjme vlna z lázně, propláchně se důkladně vodou a nechá se na vzduchu vysušit [1].

3. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

3.1 Použité chemikálie a materiály

benátský balzám	H. Schmincke & Co.-GmbH & Co.KG, Otto-Hahn-Straße 2, D-40699 Erkrath
dračí krev (pigment).....	Altamira s.r.o.
dubová destička.....	vyrobena 15.5. 2008 – poskytla Pavla Kofroňová a Lucie Čámská
ethylalkohol (C ₂ H ₅ OH)	PedF UK
gumiguta	Sandragon s.r.o.
mastix	Altamira s.r.o.
sandarak.....	Altamira s.r.o.
sušený šafrán (pestíky).....	Termeli és forgalmazza: Nehéz Gyula, H – 2440 Százhalombatta, Füzfa u. 1.
šelak rubín bez vosku	Sandragon s.r.o.
vaječný bílek	Tesco

3.2 Příprava zlatého laku I

7,1 g šelaku bylo smícháno se 2,3 g benátského balzámu a se 45 ml ethylalkoholu. 0,5 g sušeného šafránu bylo rozdrceno v achátové misce a ponecháno po dobu dvou dnů louhovat se ve 3 ml ethylalkoholu. Rozpuštěná směs šelaku, benátského balzámu a ethylalkoholu (bylo nutno mírně zahřívát) byla přidána do připraveného šafránu. Vše bylo přefiltrováno přes Büchnerovu nálevku [30]. Lak byl nanesen na dubovou destičku, ošetřenou bílou podkladovou vrstvou [31,32] a ponechán zaschnout.

3.3 Příprava zlatého laku II

10,2 g šelaku, 2,2 g sandaraku a 2,0 g mastixu bylo rozpuštěno ve 45 ml ethylalkoholu. Zároveň bylo ve 20 ml ethylalkoholu rozpuštěno za mírného ohřátí také

1,5 g gumiguty, 0,8 g dračí krve a přidáno 0,5 g šafránu. Po rozpuštění byly oba roztoky smíchány a přefiltrovány přes Büchnerovu nálevku [30]. Lak byl nanesen na dubovou destičku, ošetřenou bílou podkladovou vrstvou [31,32] a ponechán zaschnout.

3.4 Tradiční výroba šafránového laku – sloužící k iluminování

V achátové misce bylo rozdrobeno 0,5 g šafránu, ke kterému byl přidán nešlehaný, přecezený vaječný bílek z jednoho vejce – zbavený zárodečných poutek a obalů. Do druhého dne se směs ponechala louhovat. Následně bylo vše přefiltrováno přes bílé pláténko [6]. I tento lak byl nanesen na dubovou destičku, ošetřenou bílou podkladovou vrstvou [31,32] a ponechán zaschnout.

4. VÝSLEDKY A DISKUSE

Podle receptury na přípravu zlatého laku I byla získána velice viskózní, transparentní, zlato-žlutá kapalina (obr. 9).



Obrázek 9. Fotografie před závěrečnou filtrací: (zleva) kádinka vylouhovaného šafránu v ethylalkoholu; kádinka se směsí šelaku, benátského balzámu a ethylalkoholu.

Podle receptury na přípravu zlatého laku II byla opět byla získána velice viskózní, transparentní, zlato-žlutá kapalina (obr. 10).



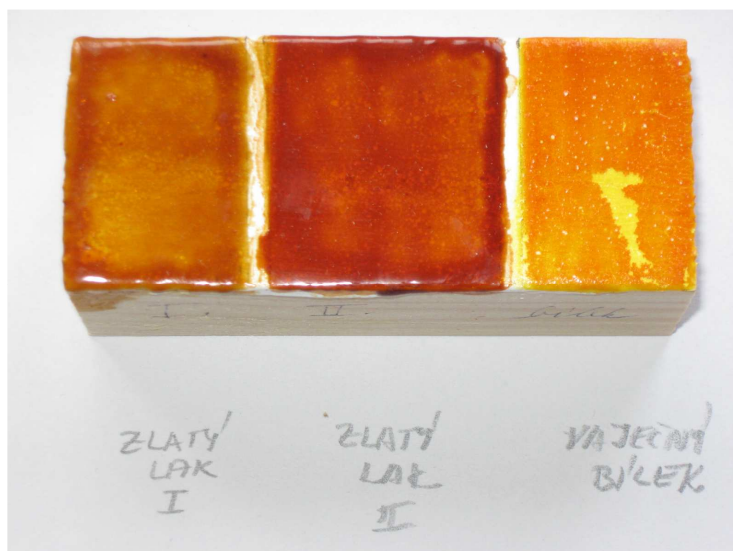
Obrázek 10. Závěrečná filtrace zlatého laku II přes Büchnerovu nálevku.

Podle receptury na přípravu zlatého šafránového laku tradiční metodou byl získán zlato-žlutý roztok (obr. 11), který nebyl tolik transparentní jako předešle vyrobené dva druhy laků. Ovšem barva byla jasnější.



Obrázek 11. Šafrán s vaječným bílkem před louhováním.

Všechny tři vyrobené zlato-žluté laky (obr. 12) byly nanесeny na dubovou destičku, ošetřenou bílou podkladovou vrstvou [31,32] a ponechány volně na vzduchu zaschnout.



Obrázek 12. (Zleva) zlatý lak I, zlatý lak II a šafrán s vaječným bílkem na dubové destičce, ošetřené bílou podkladovou vrstvou [31,32].

5. ZÁVĚR

Výrobou tří vybraných receptů šafránových laků byla vyzkoušena náročnost jejich přípravy. Nejsložitější výroba byla u zlatého laku II pro jeho materiálovou náročnost. Nejsnazší způsob výroby šafránového laku byl tradiční – tedy s vaječným bílkem. Dále byla porovnána kvalita produktů. Díky přítomnosti terpenoidních látek (šelak, benátský balzám, sandarak, mastix) byly zlatý lak I a II mnohem pevnější než třetí produkt. Zato nejzářivější lak, který připomínal nejvíce zlatou barvu, byl šafrán s vaječným bílkem (obr. 13).

Připravené zlaté laky I a II byly dále použity jako modelové vzorky k otestování možnosti identifikace pryskyřičných složek pomocí plynové chromatografie s plamenově ionizačním detektorem (GC–FID) [33].



Obrázek 13. Porovnání vyrobených zlatých laků (zleva) zlatý lak I, zlatý lak II a šafránu s bílkem.

6. LITERATURA

- [1] SCHWEPPE, H. *Handbuch der Naturfarbstoffe: Vorkommen. Verwendung. Nachweis*. Landsberg/Lech: Ecomed, 1992. s. 32-174. ISBN 3-609-65130-X.
- [2] ŠIMŮNKOVÁ, E., BAYEROVÁ, T. *Pigmenty. STOP*. Praha: Společnost pro technologie opravy památek, 1999. s. 7-58.
- [3] MORAVEC, Z. *Přehled pigmentů: žluté pigmenty* [online]. 2009 [cit. 2009-12-03]. Dostupný z WWW: <<http://vyuka.z-moravec.net/download/3-03prehled-pigmentu-zlute.pdf>>.
- [4] JIRÁSEK, J., VAVRO, M. *Nerostné suroviny a jejich využití*. Ostrava: Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy ČR & Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2008. ISBN 978-80-248-1378-3.
- [5] *Corycus* [online]. 2009 [cit. 2009-12-03]. Dostupný z WWW: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Corycus>>.
- [6] THOMPSON, D. V. *Materiály středověké malby*. 1. vyd. Praha: Archiv AVU, 1994. s. 32-665.
- [7] *Iluminace: vražda sv. Václava* [online]. 2009 [cit. 2009-10-29]. Dostupný z WWW: <<http://www.umeni.euweb.cz/obsah/romansky/iluminacevradasvclava.html>>.
- [8] *Iluminace* [online]. 2009 [cit. 2009-10-26]. Dostupný z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Iluminace>>.
- [9] STREIT, V. *Kniha jako zdroj informací* [online]. 2009 [cit. 2009-10-26]. s. 64-69. Dostupný z WWW: <<http://vyvoj.winet.cz/vkol/data/soubory/import/kr9.pdf>>.
- [10] KADLECOVÁ, I. *Knižní iluminace* [online]. 2009 [cit. 2009-10-26]. Dostupný z WWW: <<http://www.volny.cz/iveta.kad/ikony/Miniatura.htm>>.
- [11] DOSTÁL, P. *Evoluce a systém stélkatých organismů a cévnatých výtrusných rostlin*. 2. upr. vyd. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, 2006. s. 10. ISBN 80-7290-267-9.
- [12] ROZSYPAL, S. a KOL. *Nový přehled biologie*. Praha: Scientia, s. r. o., 2003. 797 s. ISBN 80-7183-268-5.
- [13] *Saffron* [online]. 2010 [cit. 2010-01-04]. Dostupný z WWW: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Saffron>>.

- [14] STÜBER, K. *Flora von Deutschland Österreich und der Schweiz* [online]. c2007 [cit. 2010-01-04]. s.193. Dostupný z WWW: <www.biolib.de>.
- [15] NEGBI, M. *Saffron: Crocus sativus L.*. Amsterdam, The Netherlands: Harwood academic publishers, 1999. s.154. ISBN 90-5702-394-6.
- [16] *Growingtaste: saffron* [online]. c1999-2010 [cit. 2010-02-09]. Dostupný z WWW: <<http://growingtaste.com/herbs/saffron.shtml>>.
- [17] HAGH-NAZARI, S., KEIFI, N. *Saffron and various fraud manners in its production and trades* [online]. 2007 [cit. 2010-02-09]. 7 s. Dostupný z WWW: <http://www.actahort.org/books/739/739_44.htm>.
- [18] ABDULLAEV, F. *Biological properties and medicinal use of Saffron (Crocus sativus L.)* [online]. c2009 [cit. 2010-02-13]. Dostupný z WWW: <http://www.actahort.org/books/739/739_44.htm>.
- [19] *White flower farm* [online]. c2010 [cit. 2010-02-13]. Dostupný z WWW: <<http://www.whiteflowerfarm.com/910891-product.html>>.
- [20] STRADLEY, L. *What's cooking America: Saffron* [online]. c2004-2010 [cit. 2010-02-13]. Dostupný z WWW: <<http://whatscookingamerica.net/saffron.html>>.
- [21] MOHAJERI, D. et al. Subacute toxicity of *Crocus sativus L.* (Saffron) stigma: Ethanolic extract in rats. *American Journal of Pharmacology and Toxicology* [online]. 2007, roč. 2, č. 4 [cit. 2010-02-13], s. 189-193. Dostupný z WWW: <<http://www.scipub.org/fulltext/AJPT/AJPT24189-193.pdf>>. ISSN 1557-4962.
- [22] BURT, W. H. *Physiological materia medica : containing all that is known of the physiological action of our remedies: together with their characteristic indications and pharmacology*. 3. vyd. 1883. s. 351-352. ISBN 81-7021-361-4.
- [23] KRČMA, L. *Bylinkárna. cz* [online]. c2008 [cit. 2010-02-13]. Dostupný z WWW:<<http://www.bylinkarna.cz/index.php?shop=shop/zbozi&kat=106&katt=Koreni&detail&zbozi=780&zbozii=Safran%20mlety&vse&c=&p=>>>.
- [24] *Navajo: šafrán setý* [online]. 2010 [cit. 2010-02-18]. Dostupný z WWW: <<http://safran-sety.navajo.cz/>>.
- [25] KAFI, M. et al. *Saffron (Crocus sativus): Production and Processing*. Enfield, NH, USA: Science Publishers, 2006. s. 186-188. ISBN 1-57808-427-X.
- [26] KOPECKÁ, I. *Přehled přírodních barviv*. Praha: Státní restaurátorské ateliéry, 1990. s. 46.

- [27] EBADI, M. *Pharmacodynamic basis of herbal medicine*. 2. vyd. 6000 Broken Sound Parkway NW, USA: Taylor & Francis Group, 2007. s. 526. ISBN 0-8493-7050-7.
- [28] PETER, K. V. *Handbook of herbs and spices*. 2. vyd. England: Woodhead Publishing Limited, 2001. s. 277-278. ISBN 1-85573-562-8.
- [29] HŘEBÍČKOVÁ, B. (editor) *Historické receptáře*. Praha: Archiv AVU, 1996-1999.
- [30] PETR, F. *Nový malířský receptářík*. Praha: SNKLHU, 1954. Experimentální část, s. 57.
- [31] ČÁMSKÁ, L. *Vliv anorganických pigmentů na identifikaci vaječných temper pomocí hmotnostní spektrometrie: diplomová práce*. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, 2009. Vedoucí diplomové práce Štěpánka Kučková.
- [32] KOFROŇOVÁ, P. *Identifikace mléčných a kolagenových pojiv používaných v barevných vrstvách uměleckých děl: diplomová práce*. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, 2010. Vedoucí diplomové práce Štěpánka Kučková.
- [33] JELÍNEK, J. *Identifikace pryskyřičných laků v uměleckých dílech pomocí plynové chromatografie: diplomová práce*. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, 2010. Vedoucí diplomové práce Štěpánka Kučková.

7. SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

A	absorbance (bezrozměrná veličina)
DNA	deoxyribonukleová kyselina
GC–FID	plynová chromatografie s plamenově ionizačním detektorem (gas chromatography–flame ionisation detector)
HPLC	vysoko - účinná kapalná chromatografie (high performance liquid chromatography)
I	intenzita prošlého záření [$W \cdot m^{-2}$]
I_0	intenzita dopadajícího záření [$W \cdot m^{-2}$]
L.	Linné
LDL	nízkodenzitní lipoprotein (low–density lipoprotein)
LD ₅₀	letální dávka, smrtelná pro 50 % dané populace (lethal dose)
3n	symbol pro triploidii (přítomnost tří kompletních sad chromozómů v buněčných jádrech)
Pra	pravěk
RNA	ribonukleová kyselina
St I	starší starověk
St II	mladší starověk
TLC	tenkovrstvá chromatografie (thin layer chromatography)
UV záření	ultrafialové záření