

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

PEDAGOGICKÁ FAKULTA

Katedra biologie

Bakalářská práce

Barbora Johnová

Přírodopis a environmentální výchova se
zaměřením na vzdělávání

Anglický jazyk se zaměřením na vzdělávání

Trichomy jako téma pro přírodovědný kroužek

Olomouc 2024

Vedoucí práce: RNDr. Olga Ševčíková, Ph.D.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci na téma „Trichomy jako téma pro přírodovědný kroužek“ vypracovala samostatně a použila jen odbornou literaturu, která je uvedena v seznamu citované literatury.

V Olomouci dne 17.06.2024

Podpis 

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat RNDr. Olze Ševčíkové, Ph. D za odborné vedení, cenné rady a ochotu při zpracovávání bakalářské práce.

ANOTACE

Jméno a příjmení:	Barbora Johnová
Katedra:	Katedra biologie PdF UPOL
Vedoucí práce:	RNDr. Olga ŠEVČÍKOVÁ, Ph.D.
Rok obhajoby:	2024

Název práce:	Trichomy jako téma pro přírodovědný kroužek
Název v angličtině:	Trichomes as a topic for after school science club
Anotace práce:	<p>Teoretická část práce bude zaměřená na původ trichomů, jejich třídění z různých hledisek (morfologická stavba, anatomická stavba), význam trichomů pro rostlinu, fyziologické interakce mezi trichomy a okolním prostředím. V rámci praktické části práce budou vytvořené náměty na využití trichomů v přírodovědném kroužku (např. učební úlohy, náměty na pozorování, edukační karty s fotografiemi a popisem vybraných trichomů).</p>
Klíčová slova:	Trichomy, přírodovědný kroužek, učební úlohy, edukační karty, pexeso
Anotace v angličtině:	<p>The theoretical part of the thesis will focus on the origin of trichomes, their classification from different aspects (morphological structure, anatomical structure), the importance of trichomes for the plant, physiological interactions between trichomes and the environment. In the practical part of the work, suggestions for the use of trichomes in the science club will be developed (e.g. teaching tasks, suggestions for observations, teaching cards with photos and descriptions of selected trichomes).</p>

Klíčová slova v angličtině:	Trichomes, after school science club, learning tasks, educational cards, memory game
Přílohy:	5
Rozsah práce:	69 stran
Jazyk práce:	český jazyk

OBSAH

ÚVOD.....	7
CÍLE PRÁCE.....	8
1 TEORETICKÁ ČÁST	9
1.1 Obecná charakteristika trichomů.....	9
2 Základní rozdělení trichomů.....	11
2.1 Rozdělení trichomů dle počtu buněk.....	11
2.2 Trichomy jednobuněčné.....	11
2.2.1 Trichomy mnohobuněčné.....	13
2.3 Rozdělení trichomů dle funkce.....	15
2.3.1 Krycí trichomy.....	15
2.3.2 Žahavé trichomy.....	16
2.3.3 Žláznaté trichomy.....	18
2.3.4 Absorpční trichomy.....	20
3 Specifické látky obsažené v trichomech.....	21
4 Trichomy jako adaptace na podmínky prostředí.....	22
4.1 Trichomy jako adaptace na abiotické podmínky prostředí.....	24
4.2 Trichomy jako adaptace na biotické podmínky prostředí.....	26
4.3 Biosyntéza speciálních metabolitů.....	26
4.4 Vývojové role u trichomů.....	27
5 Metodika.....	28
6 Praktická část.....	29
6.1 Mikroskopování trichomů protažitky.....	29
6.2 Tajenka s trichomy.....	35
6.3 Edukační karty.....	37
6.4 Pexeso.....	41
6.5 Zábavný kvíz.....	42
6.6 Vytvoření paludária s rosnatkami.....	46
7 Závěr.....	48
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	50
SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ.....	56
SEZNAM TABULEK.....	57
SEZNAM PŘÍLOH.....	58

ÚVOD

Tato bakalářská práce se zabývá anatomicky drobnými útvary, které jsou pro řadu rostlin velmi důležité – nazývají se trichomy. Trichomy jsou velmi rozmanité pokožkové útvary nabývající různé stavby, tvaru, velikosti a barvy. Morfologie trichomů úzce souvisí s jejich různorodými funkcemi u rostlin, jako je například ochrana před biotickými a abiotickými podmínkami prostředí nebo lapání hmyzu u masožravých rostlin. Trichomy jsou navíc široce využívány člověkem, ať už v rámci textilního průmyslu nebo pro své léčivé účinky. Pro získávání vláken k výrobě textilu se nejčastěji využívají trichomy bavlníku a vlnovce pětimužného. Pro získávání esenciálních olejů, které disponují svými léčivými účinky, se nejčastěji využívá máta, levandule, konopí a řada dalších rostlin. Právě různorodé funkce trichomů u rostlin a jejich využití pro člověka dokazují, že i takto drobné struktury mají značný význam, a proto se stávají poutavým tématem pro studium.

Tématu trichomů se ve výuce přírodopisu obvykle nevěnuje mnoho času, a proto je vhodné jejich zařazení přírodovědného kroužku. Přírodovědný kroužek žákům nabízí rozšíření dosavadních znalostí a rozhledu v rámci přírodních věd, získávání nových dovedností, a především rozvíjení vztahu k přírodě. Výhodou tohoto tématu je snadná dostupnost rostlin potřebných pro výuku v přírodovědném kroužku. Na výběr mohou být volně rostoucí rostliny, jako je kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*), svízel přítula (*Galium aparine*), divizna velkokvětá (*Verbascum densiflorum*); nebo rostliny běžně dostupné v květinářstvích a obchodech, např. protažitka (*Gynura*) a tilandsie (*Tillandsia*). Teoretická část práce se zabývá obecnou charakteristikou trichomů, jejich tříděním dle počtu buněk, funkcemi a obsaženými látkami. Praktická část práce se zaměřuje na tvorbu výukových materiálů a aktivit na téma trichomů, které lze využít v přírodovědném kroužku.

CÍLE PRÁCE

Teoretická část práce se bude zabývat zpracováním literární rešerše, která shrne charakteristiku trichomů, jejich klasifikaci dle počtu buněk a funkcí, a specifické látky obsažené v trichomech.

Cílem praktické části práce je vytvoření vhodných výukových materiálů a aktivit pro přírodovědný kroužek na téma trichomů. Pro jejich vytvoření je potřeba vybrat vhodný rostlinný materiál, zhotovit dočasné preparáty vybraných typů trichomů a zhotovit jejich fotografie. Tyto fotografie budou využity právě pro vytvoření edukačních karet nebo pexesa. Aktivity budou zpočátku zaměřené na obecné poznání světa trichomů, jako je například mikroskopování, přiřazování základních teoretických pojmů nebo přiřazování edukačních karet k přiloženým rostlinám. Některé aktivity – např. křížovka s tajenkou, pexeso, zábavný kvíz nebo vytvoření paludária s rosnatkami, budou zaměřeny na komplexnější využití získaných znalostí, a to především zábavnou a tvořivou formou.

Tyto aktivity pro přírodovědný kroužek budou vytvořeny tak, aby žáky především motivovaly a rozvíjely jejich zájem o dění kolem sebe a především přírodu.

1 TEORETICKÁ ČÁST

1.1 Obecná charakteristika trichomů

Trichomy jsou významnou modifikací buněk pokožky (epidermis). Jedná se o mikroskopické i makroskopické výrůstky rozmanitého tvaru plnící řadu různých funkcí. Termín trichom pochází z řeckého slova *trichos*, které překládáme jako chlup, vlas (Votrubová 2017). Dle Maškové (2014), Skalického a Nováka (2007) jsou trichomy struktury, které vznikají z pokožkových (epidermálních) buněk. Vinter (2004) navíc uvádí, že mohou vznikat i z rhizodermálních buněk. Zahraniční autoři – např. Wang et al. (2021) a Li (2023) definují trichomy velmi podobně jako čeští autoři, ale klasifikují je odlišně (viz kap. 2.2 Rozdělení trichomů dle funkce).

Trichomy jsou součástí krycích pletiv. Rostlinná pletiva jsou soubory buněk stejného tvaru a funkce, které dělíme dle různých parametrů. Rostlinná pletiva mohou být dělivá (meristémy) nebo trvalá. Dělivá pletiva slouží především k tvorbě nových buněk, čímž zajišťují růst rostliny. Dle funkce se rozlišují 3 základní typy trvalých pletiv: krycí, vodivá a základní (Votrubová 2017). Krycí pletivo chrání rostlinu před vlivy vnějšího prostředí, které na rostlinu působí v podobě biotických nebo abiotických faktorů.

Epidermis neboli pokožka, představuje primární krycí pletivo na stonku a listech. Primární krycí pletiva jsou obvykle tvořena jednou vrstvou buněk, přičemž jejich součástí jsou specializované buňky tvořící právě trichomy, průduchy (stomata) se svěracími buňkami, papily a emergence. Papily jsou drobné útvary vzniklé vychlípáním pokožky. Dle Votrubové (2017) jsou papily jednoduchou formou jednobuněčných trichomů, které lze dobře pozorovat na korunních lístcích violky (*Viola*) (Skalický et al. 2007). Emergence už jsou oproti papilám složitější útvary, jelikož nevznikají pouze z epidermis, ale navíc z podpokožkových buněk (Votrubová 2017, s. 90). Mezi emergence řadí Votrubová (2017) například ostny u rodu růže (*Rosa*) a srstky angreštu (*Grossularia uva-crispa*). Skalický a Novák (2007) soubor trichomů a emergencí dohromady označují jak odění neboli *indumentum*.

Trichomy vznikají z epidermálních buněk, jejich postupným růstem a dělením vznikají útvary vyčnívající z pokožky, které často mohou být viditelné jen za využití mikroskopu (Johnson 1975). V závislosti na dělení buněk pak dle Votrubové (2017) rozlišujeme jednobuněčné a mnohobuněčné trichomy. Vznik a vývoj trichomů je ovlivněn mnoha faktory,

jako je prostředí (světlo, teplota, vlhkost), hormony regulující růst a regulační geny, které řídí počátek vývoje trichomů a jejich další vývoj (Wang et al. 2021).

Trichomy jsou rozšířeny na povrchu různých orgánů a pletiv rostlin a mají různé tvary a velikosti. Nejčastěji se vyskytují u krytosemenných rostlin, nalezneme je ale také u mechorostů a nahosemenných rostlin (Schuurink a Tissier 2020). V rámci krytosemenných rostlin se chloupky nacházejí u jednoděložných i dvouděložných rostlin. Dle Johnson (1975) se tyto skupiny liší hustotou pokryvu trichomů, která je u dvouděložných rostlin hustší než u jednoděložných rostlin.

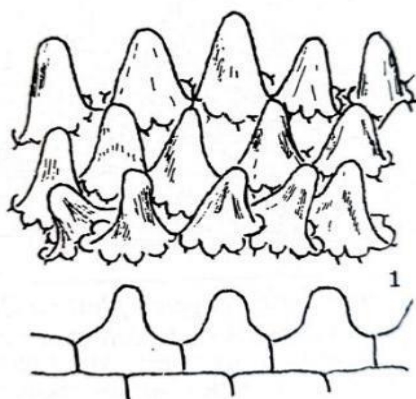
2 Základní rozdělení trichomů

2.1 Rozdělení trichomů dle počtu buněk

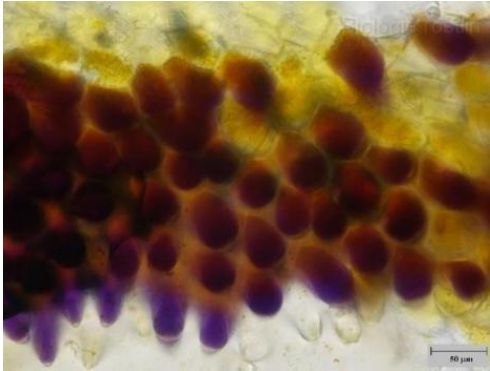
Trichomy lze rozdělit dle počtu buněk na jednobuněčné nebo mnohobuněčné. Toto rozdělení používá Votrubová (2017) a také Skalický a Novák (2007), kteří jednobuněčné trichomy označují jako tzv. papily, které vznikly vychlípáním pokožky. Stejně rozdělení dle počtu buněk používají i zahraniční autoři např. Wang et al. (2021) a Li et al. (2023).

2.2 Trichomy jednobuněčné

Evolučně nejstarší formou jsou jednobuněčné trichomy, které se vyvíjejí vyklenutím vnější buněčné stěny pokožkové buňky a neprocházejí dělením, ale pouze postupným růstem. Dle Votrubové (2017) jsou nejjednodušší formou jednobuněčných trichomů útvary zvané papily. Papily jsou na rozdíl od trichomů a emergencí poněkud jednodušší útvary, jelikož vznikají pouhým vychlípáním vnější vrstvy epidermis. Papily se dají dobře pozorovat, například na vnitřním povrchu korunních lístků krytosemenných rostlin, kterým dodávají sametový vzhled. U některých rostlin, například u prvosenky jarní (*Primula veris*), pomáhají papily umístěné na blizně zachytávat pylová zrna (Šíma 2018). Podle Votrubové (2017) je pro pozorování papil vhodná například violka trojbarevná (*Viola tricolor*), viz Obr. 1 a 2, nebo zástupci rodu petúnie (*Petunia*) (Šíma 2018).



Obrázek 1: Papily na korunním lístku violky trojbarevné (*Viola tricolor*) (Zdroj obrázku: Skalický, Novák 2007)



Obrázek 2: Papily korunního plátku violky (Zdroj obrázku: MUNI SCI Oddělení experimentální biologie rostlin. *Viola tricolor* L. / Violka trojbarevná [online]. [cit. 2024-06-16]. Dostupné z: <https://www.sci.muni.cz/biol/uloha-4-pletiva-kryci/viola-tricolor-1-violka-trojbarevna>).

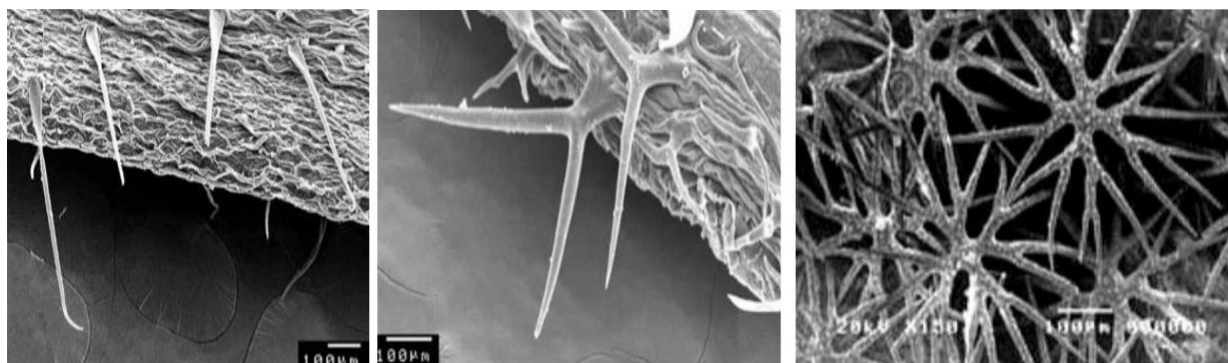
Jednobuněčné nerozvětvené trichomy se často vyskytují u rostlin patřících do čeledi bobovitých (*Fabaceae*) nebo růžovitých (*Rosaceae*). Na Obr. 3 je znázorněný nerozvětvený trichom rostliny skalníku celokrajného (*Cotoneaster integerrimus*) z čeledi růžovitých (*Rosaceae*).



Obrázek 3: Skalník celokrajný (*Cotoneaster integerrimus*). (Zdroj obrázku: Mašková 2014)

Trichomy, které jsou jednobuněčné a nevětvené, se nachází například na semenech bavlníku (*Gossypium*), a mohou dosahovat délky až 65 mm (Votrubová 2017). Tyto trichomy jsou využívány v průmyslu jako textilní surovina, známá jako bavlna. Podle Skalického a Nováka (2007) jsou dalším příkladem jednobuněčných trichomů hákovité jednoduché trichomy, které lze nalézt u chmele (*Humulus*) a konopí (*Cannabis*).

Jednobuněčné trichomy se mohou i větvit, což může být u čeledi brukvovitých (*Brassicaceae*) důležitým poznávacím znakem. Počet ramen chlupu se může lišit dokonce i v rámci jednoho listu na rostlině (Mašková 2014). Důkaz o velké rozmanitosti trichomů můžeme ukázat na čeledi brukvovitých (*Brassicaceae*), jelikož skupina jejich jednobuněčných trichomů může být rozdělena mezi mnoho typů. Jedním z typů může být jednoduchý, nevětvený trichom s hladkou stěnou a ostrou špičkou – např. choulivka jerišská (*Anastatica hierochuntica*) viz Obr. 4. Dalším z mnoha typů trichomů u brukvovitých je jednobuněčný trichom tvaru Y viz Obr. 5, nebo hvězdicovitý trichom s více rameny (až 10 ramen), typický pro tařice (*Alyssum*), viz Obr. 6 (Abdel 2005).



Obrázek 4

Obrázek 5

Obrázek 6

Obrázek 4: Jednoduchý, nevětvený trichom (Zdroj obrázku: Abdel 2005)





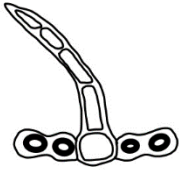

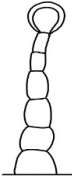
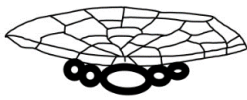
Obrázek 5: Trichom tvaru Y (Zdroj obrázku: Abdel 2005)

Obrázek 6: Hvězdicovitý trichom (Zdroj obrázku: Abdel 2005)

2.2.1 Trichomy mnohobuněčné

Mnohobuněčné trichomy vznikají dělením buňky, a to buď ve svislém směru – antiklinálně, tedy kolmo k povrchu a u vrcholu se buňka ztenčuje (Skalický, Novák 2007), přičemž vznikají jednoduché trichomy s přehrádkami, jak je pozorovatelné například u zástupce z čeledi hluchavkovité (*Lamiaceae*), šalvěje hajní (*Salvia nemorosa*) (Mašková 2014). Vzácněji dochází k jejich vzniku dělením buňky ve více směrech (periklinálně), přičemž vznikají trichomy přeslenité, kandelábrovitě, nebo štítovité (viz Tabulka č. 1), jak je patrné například u trichomů hlošiny (*Eleagnus*) (Skalický, Novák 2007). Přehled základních typů jednobuněčných i mnohobuněčných trichomů je zobrazen v Tabulce č. 1.

Tabulka č. 1: Rozdělení trichomů dle počtu buněk

Jednobuněčné trichomy	
Jednobuněčný papilární trichom	
Jednobuněčný vláknitý trichom	
Jednobuněčný rozvětvený trichom	
Jednobuněčný hvězdčovitý trichom	
Mnohobuněčné trichomy	
Mnohobuněčný vláknitý trichom	
Mnohobuněčný rozvětvený trichom	
Mnohobuněčný trichom s koncovou sekreční buňkou	
Mnohobuněčný štítovitý trichom	

Upraveno autorkou podle Plant tissues. Protection. TRICHOMES. In: Atlas of Plant and Animal Histology [online]. 01-08-2022 [cit. 2024-06-17]. Dostupné z: https://mmegias.webs.uvigo.es/02-english/1-vegetal/v-imagenes-grandes/proteccion_tricommas.php.

2.3 Rozdělení trichomů dle funkce

Dle českých autorů – Votrubové (2017), Skalického a Nováka (2007) se trichomy dají rozdělit dle funkce do čtyř následujících skupin: krycí, žahavé, žláznaté a absorpční. Naopak zahraniční autoři třídí trichomy dle jejich funkce pouze do dvou skupin: žláznaté (glandulární) a nežláznaté (non-glandulární). Například Wang et al. (2021) třídí trichomy do těchto dvou skupin (žláznaté a nežláznaté), a navíc je ještě dělí na větvené a nevětvené. Non-glandulární trichomy se v rostlinné říši vyskytují častěji. Liu et al. (2020) uvádí, že glandulární trichomy nalezneme pouze u 20-30 % rostlin.

U každého trichomu závisí jeho funkce nejen na druhu rostliny a orgánu, ve kterém se nachází, ale také na prostředí, ve kterém rostou, na době aktivity a na jeho struktuře a chemickém složení (Muravnik 2021). Obecně platí, že trichomy rostlin stejného rodu mají tendenci být podobné jak v morfologii, tak i v jejich funkci (Glover et al. 2004). Přestože trichomy jsou řízeny genotypem rostliny, prostředí má významný vliv na strukturu, chemické složení a funkci těchto trichomů, což znamená, že jsou schopné aktivně reagovat na různé podněty (Li et al. 2023).

Skalický a Novák (2007) rozdělují trichomy z hlediska jejich funkce do následujících skupin: krycí, žahavé, žláznaté a absorpční. Stejně dělení trichomů podle funkce používá i Vinter (2004) a Votrubová (2017).

2.3.1 Krycí trichomy

Krycí trichomy mohou být jednobuněčné i mnohobuněčné, přičemž nezávisle na tomto rozdělení z hlediska počtu buněk zůstávají vysoce heterogenní. Za původnější trichomy jsou považovány jednobuněčné trichomy, u kterých během vývoje dochází k vyklenutí vnější buněčné stěny pokožkové buňky, která sice roste, ale dále se už nerozděluje. Tyto trichomy jsou typické pro čeleď růžovitých (*Rosaceae*), bobovitých (*Fabaceae*) a brukvovitých (*Brassicaceae*), u kterých se jednobuněčné trichomy větví i ve více ramen – viz podkapitola 2.1.1 (Mašková 2014). Některé krycí trichomy se mohou skládat z mnoha různě dlouhých buněk poskládaných v několika řadách vedle sebe; jako například chlupy máku (*Papaver*) nebo škardy (*Crepis*) viz Obr. 7. Krycí trichomy mohou být tvořené z více buněk, které se mohou uspořádat paprscitě a vytvářejí tak štítovitý (peltátní) tvar, například u hlošiny úzkolisté (*Elaeagnus angustifolia*) (Mašková 2014). Mnohobuněčný štítovitý trichom je zobrazen v Tabulce č.1 v podkapitole 2.1.2.



Obrázek 7: Škarda smrdutá (*Crepis foetida*) (Zdroj obrázku: Mašková 2014)

Krycí trichomy zastávají především ochrannou funkci, neboť tím, že tvoří jak odolný, tak i plyšový povrch, dokáží rostlinu bránit před nepříznivými teplotami, suchem, nadměrným výparem vody, nebo zvířaty (Skalický, Novák 2007). V sušších a výslunných oblastech se krycí trichomy vyvinuly v ochranné adaptace proti nadměrnému výparu a dopadajícímu záření (Mašková 2014). Buněčné stěny těchto ochranných trichomů jsou tenké i široké. Kryté jsou kutikulou, vosky a tuky (Skalický, Novák 2007). Některé krycí trichomy – ostnitě a háčkovité, mohou rostlinu chránit před okusem živočichů, a navíc jí i pomáhat jejich prostřednictvím s rozšiřováním semen a plodů, například přichycením na srst savců (Skalický, Novák 2007).

2.3.2 Žahavé trichomy

Žahavé trichomy jsou předmětem studia botaniků již velmi dlouho, dokonce byly jedny z prvních rostlinných struktur, které Robert Hooke zkoumal pod mikroskopem (Ensikat et al. 2021). Z hlediska zařazení žahavých trichomů se někdy uvádí, že patří mezi emergence, jelikož jsou tvořeny pokožkovými i podpokožkovými buňkami.

Tyto trichomy jsou typicky jednobuněčné a nevětvené (Skalický, Novák 2007). Žahavé chloupky se nejčastěji vyskytují na nadzemních částech rostlin, zejména na listech a stoncích, ale mohou se vyskytovat i na květech a plodech (Ensikat et al. 2021).

Hlavní část žahavého chlupu je tvořena velkou lahvicovitou buňkou, která je naplněná tekutinou způsobující podráždění pokožky. Vnější stěny této buňky jsou silně mineralizované a pevné, zatímco stěny buněk ponořených do mnohobuněčné základny jsou tenké a pružné. Tlak působící na žahavé trichomy stlačuje právě tuto pružnou základnu, čímž se zmenšuje její

objem a z otevřené špičky chlupu se vytlačí tekutina. Mineralizovaná vrcholová špička trichomu může být zahnutá nebo kulovitá (Ensikat et al. 2021).

Na Obr. 8 a 9 jsou zobrazeny morfologické znaky žahavých trichomů zblízka, snímky byly pořízeny pomocí elektronového mikroskopu. Červená barva buněčné stěny trichomu na Obr. 8 ukazuje, že je silně mineralizovaná prvky křemíku a vápníku.



Obrázek 8

Obrázek 8: Žahavý trichom kopřivy (*Urtica*) (Zdroj obrázku: Ensikat et al. 2021)



Obrázek 9

Obrázek 9: Morfologické detaily žahavých trichomů (Zdroj obrázku: Ensikat et al. 2021)

Funkcí žahavých trichomů je především ochrana proti býložravcům neboli herbivorům. Vrcholová část trichomu je pevná a křehká díky kyselině křemičité, tudíž se při kontaktu vrchol trichomu snadno zlomí (Skalický, Novák 2007). V odlomené části trichomu se od báze vylévají tekutiny obsahující směs biochemických mediátorů, jako jsou histamin, serotonin, kyselina mravenčí (Šíma 2018) a acetylcholin (Skalický, Novák 2007).

Od poloviny 20. století byly studovány neurotransmitery žahavých trichomů, jako jsou histamin, acetylcholin a serotonin u kopřivovitých (*Urticaceae*). Nejnovější studie poukazují i na výskyt anorganických iontů (např. draslíku), které by mohly zesilovat účinek neurotransmiterů. Velmi nebezpečnou rostlinou se žahavými trichomy je kopřivák (*Dendrocnide*), v jehož trichomech se navíc nachází specifické proteiny, které mají toxické účinky na nervovou soustavu člověka. Jeho trichomy jsou tak jemné, že se dokáží přesouvat vzduchem a způsobit vážné podráždění dýchacích cest (Ensikat et al. 2021). Žahavé trichomy jsou typické pro čeleď kopřivovité (*Urticaceae*) – viz Obr. 10 – a čeleď pryšcovité (*Euphorbiaceae*), do které patří například rostlina prhloun na Obrázku 11.



Obrázek 10: Žahavé trichomy u kopřivovitých Obrázek 11: Prhloun s žahavými trichomy

Obrázek 10: Žahavé trichomy u kopřivovitých (Zdroj obrázku: vlastní fotografie)

Obrázek 11: Prhloun s žahavými trichomy (Zdroj obrázku: Ensikat et al. 2021)

2.3.3 Žláznaté trichomy

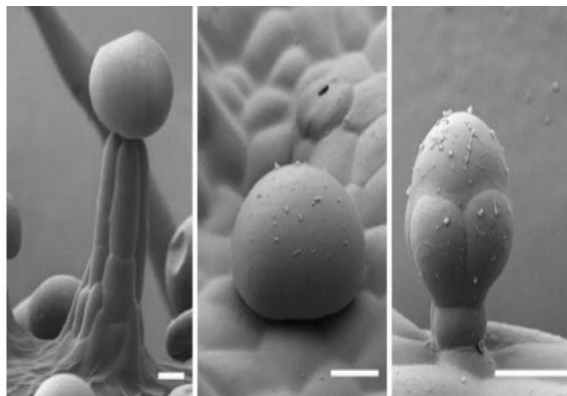
Žláznaté trichomy jsou místem tvorby a uskladňování specializovaných metabolitů, jako jsou například esenciální oleje. Morfologie žláznatých chloupků je nejspíše přizpůsobena typu látek, které produkují, a to s ohledem na těkavost (Schuurink, Tissier 2020). Látky obsažené ve žláznatých trichomech jsou využitelné i pro člověka, dále lákají opylovače anebo naopak odpuzují býložravce. Právě žláznaté trichomy některých rostlinných druhů vylučují nikotin a další alkaloidy, které slouží jako chemická obrana proti býložravcům (Amme et al. 2005).

V rámci širokého využití žláznatých trichomů stojí za zmínku pelyněk roční (*Artemisia annua*), jehož trichomy produkují látku artemisinin, která je vysoce efektivní v léčbě malárie, nebezpečné infekční nemoci (Schuurink, Tissier 2020). Dalším příkladem látek produkovaných žláznatými trichomy jsou psychoaktivní kanabinoidy spolu s terpeny u konopí setého (*Cannabis sativa*). Na samičích květech konopí byly popsány tři základní typy žláznatých trichomů: baňkovité, přisedlé a stopkaté, přičemž jednotlivé trichomy se liší pouze velikostí – viz Obr. 12 a 13 níže. Mezi známé kanabinoidy syntetizované ve žláznatých trichomech na samičích květech patří tetrahydrokanabinol (THC) nebo kanabidiol (CBD) (Livingston et al. 2020).



Obrázek 12

Obrázek 12: Detail listu konopí se žláznatými trichomy. (Zdroj obrázku: What are cannabis trichomes and how do they affect your smoke? V: Dutch Passion [online]. 21. srpna 2020 [cit. 16. června 2024]. Dostupné z: <https://dutch-passion.com/en/blog/what-are-cannabis-trichomes-and-how-do-they-affect-your-smoke-n986>)



Obrázek 13

Obrázek 13: Snímky z elektronového mikroskopu zachycující tři druhy trichomů u konopí (Zdroj obrázku: Schuurink, Tissier 2020)

Typickým znakem žláznatých trichomů je přítomnost jedné nebo více kulovitých sekrečních buněk nacházejících se na vrcholu trichomu (viz Obr. 14). Tyto kulovité sekreční buňky vylučují těkavé silice, neboli esenciální oleje, které produkují charakteristické vůně (Šíma 2018).



Obrázek 14: Žláznaté trichomy lilku černého (*Solanum nigrum*) s koncovými sekrečními buňkami (Zdroj obrázku: Šíma 2018)

Masožravé rostliny mají tentakule, které jsou taktéž označovány jako speciální žláznaté emergence. Tentakule jsou klíčové struktury pro metabolismus u masožravých rostlin, jelikož během rozkladu těl lapených živočichů pomáhají absorbovat dusík a fosfor (Skalický, Novák

2007). Příkladem takové rostliny je rosnatka (*Drosera*) – viz Obr. 15. Na konci jejich tentakulí se totiž vyskytují kulovité sekreční buňky podílející se na vytváření červené paličky, která produkuje slizovité látky a proteolytické enzymy, které umožňují polapení a rozložení hmyzu. Proteolytické enzymy v tentakulích umožňují rosnatkám žít na rašeliništích s nedostatkem některých anorganických prvků, jako jsou například: dusík, fosfor, vápník a draslík (Šíma 2018).



Obrázek 15: Tentakule u rosnatky okrouhlolisté (*Drosera rotundifolia*) (Zdroj obrázku: Štěpán, 2009)

2.3.4 Absorpční trichomy

Absorpční trichomy jsou součástí kořenového vlášení u rostlin, které se uskutečňuje v absorpční zóně kořene. Takové trichomy označuje Vinter (2004) jako rhiziny, které vznikají z rhizodermis a jsou tenkostěnné. Absorpční trichomy jsou většinou jednobuněčné a nemají na povrchu kutikulu. Existují i mnohobuněčné absorpční trichomy, které se nacházejí například u čeledi bromélievitých (*Bromeliaceae*). Tyto trichomy plní hlavně funkci absorpci vody, látek a pomáhají ukotvovat kořeny v půdě (Skalický, Novák 2007). Hospodaření s vodou je klíčové především u rostlinných epifytů, jejichž listy jsou obvykle tlusté, sukulentního vzhledu a jsou pokryté trichomy. Příkladem rostlinných epifytů je například čeleď bromélievitých (*Bromeliaceae*), jejichž listy mají absorpční trichomy, které jim umožňují růst v místech, kde by kořeny získaly jen velmi málo vody. Absorpční trichomy bromélií tak navíc získávají i mnoho anorganických a organických forem dusíku (Vanhoutte et al. 2017). Tyto trichomy se nacházejí nejen u tropických rostlin, ale také u rostlin mírného pásu, např. buku lesního (*Fagus sylvatica*) a středomorských oblastí, např. dubu cesmínovitého (*Quercus ilex*), kterým pomáhají získávat vodu (Li et al. 2023).

3 Specifické látky obsažené v trichomech

Trichomy jsou rozmanité útvary, a to jak z hlediska jejich morfologie, tak i jejich funkcí, které mohou souviset s různými chemickými látkami, které obsahují, například: silice, fenoly, terpeny a flavonoidy. Řada těchto sloučenin obsažených ve žláznatých trichomech je významných pro výrobu léčiv, vůní, potravinářských přísad nebo přírodních pesticidů (Wagner 1991 - přeloženo autorkou bakalářské práce). Tyto sloučeniny mohou navíc poskytovat ochranu vůči vnějším podmínkám prostředí – viz kapitola č. 4. Doposud byly studie zaměřeny více na non-glandulární trichomy, důkazem jsou rozsáhlé studie o trichomech huseníčku (*Arabidopsis*).

Studie žláznatých trichomů a látek v nich obsažených se začaly podrobněji rozvíjet teprve nedávno díky technologickému rozvoji a s ním souvisejícím rozvojem studia genomu rostlin (Li et al. 2004). Například studie Nakashima et al. (2016) zkoumala jednotlivé buňky, a dokonce i odlišné složení metabolitů sousedících buněk, což může být klíčové pro porozumění interakcí mezi buňkami samotnými nebo buňkami a prostředím.

Některé sloučeniny poskytují charakteristikou vůni například rajčeti jedlému (*Solanum lycopersicum L.*) a máté (*Mentha*) z čeledi hluchavkovitých (*Lamiaceae*). Tyto vůně jsou tvořeny velmi složitými látkami obsahující například geranylaceton, piperitol, piperiton a desítky dalších sloučenin. Například máta (*Mentha*) je jednou z nejčastěji pěstovaných rostlin pro své esenciální oleje (neboli silice), které navíc obsahují mentol (Sharma et al. 2003). Silice se tedy (Schillmiller et al. 2008) hojně nacházejí u čeledi hluchavkovitých (*Lamiceae*), jejichž žláznaté trichomy silice produkují a uskladňují (Zuzarte et al. 2010). Produkované silice některých rostlin poskytují člověku široké využití, například bazalka (*Ocimum*) (Schillmiller et al. 2008), levandule (*Lavandula*) nebo tymián (*Thymus*).

Velmi hojně jsou zastoupené látky zvané terpeny. Terpeny mají významnou roli v rámci ochrany vůči herbivorům například u rajčete (*Solanum lycopersicum*) nebo tabáku (*Nicotiana*). Dle Bleeker et al. (2012) mohou navíc trichomy s terpeny u rajčete zvyšovat odolnost vůči fytopatogenům. Zajímavostí u rajčete jsou další látky zvané acylové cukry (Kroumova a Wagner 2003), díky kterým mohou být jeho nadzemní části lepkavé a odolné vůči herbivorním živočichům. Dalšími látkami jsou flavonoidy, které jsou typické například u čeledi olivovníkovitých (*Oleaceae*) z oblasti středomoří. Studie Tattini et al. (2000) zjistila, že trichomy produkující flavonoidy chrání rostlinu před částí UV záření.




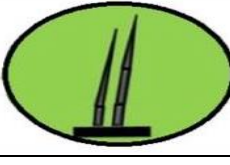



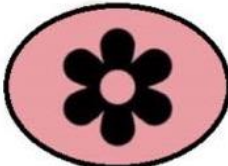

4 Trichomy jako adaptace na podmínky prostředí

Trichomy mají úzký vztah k fyziologickým procesům – např. transpirace, tepelná bilance rostliny a zajišťují interakce mezi rostlinou a prostředím. V některých typech trichomů se syntetizují, ukládají a vylučují látky, které omezují konzumaci rostlin býložravci a chrání před škůdci. Trichomy mohou vytvářet izolační vrstvu na povrchu rostliny, které slouží jako ochrana rostlin před ultrafialovým zářením, přehřátím a nadměrnou transpirací (Wang et al. 2021). Háčkovité trichomy, které jsou typem krycích trichomů, se vyskytují na povrchu semen a plodů, snadno se zachytávají na povrchu těl zvířat, čímž pomáhají jejich epizoochorickému šíření (Vinter 2004). Trichomy jsou tedy jednou z adaptací rostlin na abiotické a biotické podmínky prostředí.

Li et al. (2023) rozdělují funkce trichomů do čtyř hlavních oblastí: ochrana rostlin před abiotickými podmínkami prostředí, ochrana rostlin před biotickými podmínkami prostředí, syntéza speciálních metabolitů, ovlivnění individuálního vývoje rostlin (význam při zachycování hmyzích opylovačů a lapání hmyzu pomocí láčkovitých listů). Funkce trichomů rozdělená do čtyřech hlavních oblastí je znázorněná v Tabulce č. 2 níže.

Některé funkce trichomů ještě nebyly tak podrobně prozkoumány, jako například jejich schopnost detoxikovat kovy nebo přijímat vodu. S vývojem dokonalejších technologií však přibývá studií, které se těmito méně známými funkcemi začaly zabývat (Li et al. 2023).

Tabulka č. 2: Přehled funkcí trichomů

Funkce		Piktogram
Ochrana před abiotickými podmínkami prostředí	UV záření, teplota, ozón, vodoodpudivost	
	Příjem vody	
	Detoxikace kovů	
Ochrana biotickými podmínkami prostředí	Mechanická ochrana	
	Chemická ochrana (toxické látky a repelenty proti býložravcům)	
Syntéza speciálních metabolitů	Pro průmyslové využití	
	Pro komunikaci mezi rostlinami	
Ovlivnění vývoje rostlin	Zachycení hmyzích opylovačů	
	Chytání kořisti u masožravých rostlin	

Upraveno autorkou podle Li et al. 2023, s. 2

4.1 Trichomy jako adaptace na abiotické podmínky prostředí

Mezi abiotické faktory, které mohou ovlivňovat utváření trichomů, řadíme teplotu, světlo, UV záření, ozon, kovy a sůl. Vliv teploty a fotoperiodicity na rostliny se během dne neustále mění, což může u některých rostlin ovlivnit hustotu trichomů. U zástupce *Solanum habrochaites* (ve volném překladu jako chlupaté rajče), bylo zjištěno, že během dlouhých dní s přirozeným slunečním svitem se hustota trichomů zvyšuje, zvláště v teplotním rozmezí od 20-25°C. Při nízkých teplotách se hustota trichomů na rostlině naopak snižuje (Tian et al. 2014). Nicméně byly i zjištěny případy, u kterých je zvyšování hustoty trichomů způsobeno nízkými teplotami, např. u listu břízy (*Betula*) (Wang et al. 2021).

Další důležitý abiotický faktor je UV záření (Yan et al. 2012). Výzkum vlivu simulovaného UV-B záření na huseníček (*Arabidopsis*) ukázal, že kromě inhibičních účinků na kvetení a růst ovlivňuje i hustotu průduchů. Z výsledků se tedy zjistilo, že UV-B záření má inhibiční účinky na růst a vývoj. Studie zjistila, že zástupci s větším počtem trichomů budou méně citliví na UV-B záření, zatímco zástupci s menším počtem trichomů budou citlivější na UV-B záření. Tyto výsledky dokázaly, že trichomy hrají klíčovou ochrannou roli před UV-B zářením (Hegebarth et al. 2016). Rostlinám, které jsou vystaveny abiotickým podmínkám v podobě působení větru a písku v aridních oblastech, poskytují vícevětvené trichomy významnou ochranu. Typickým příkladem takové rostliny může být *Agriophyllum squarrosum*, anglicky přezdívaná rostlina „sand rice” (písečná rýže) (Cao et al. 2022).

Dalším významným abiotickým faktorem je sůl. Vliv soli na morfologii trichomů a jejich hustotu na listech dokazuje experiment se solným stresem u máty (*Mentha*) a majoránky (*Origanum majorana*), kdy se počet jejich trichomů zvýšil na adaxiální (svrchní) i abaxiální (spodní) straně listu (Karray-Bouraoui et al. 2009). Rostliny z čeledi laskavcovitých (*Amaranthaceae*) si přebytečnou sůl ukládají do mnohobuněčných žláznatých trichomů, čímž se nad pokožkou vytváří ochranná vrstva (Chen et al. 2014).

Nejenže trichomy slouží jako bariéra proti abiotickým podmínkám zmíněných výše, hrají i velkou roli v ovlivnění procesu transpirace. Díky vrstvě trichomů na epidermis se snižuje množství vypařené vody a zlepšuje se regulace teploty rostliny (Hegebarth et al. 2016). Tato funkce trichomů je klíčová pro slunomilné a teplomilné rostliny. Kromě pokryvu trichomů na rostlině, je v rámci adaptace důležité také zmenšení povrchu těla rostliny, rozvoj kořenového

systemu, skládání listů až jejich redukce v trny u čeledi kaktusovitých (*Cactaceae*) (Mašková 2014).

Kromě ochrany rostlin v aridních oblastech dokážou trichomy pomáhat adaptaci i rostlinám obývajícím vodní prostředí, a to tím že vytvářejí hydrofobní povrch. Takové trichomy se nacházejí například u plovoucí rostliny nepukalky obtížné (*Salvinia molesta*) z čeledi nepukalkovitých (*Salviniaceae*) (Konrad et al. 2021). Druhy rodu vrisea (*Vriesera*) z čeledi broméliovitých (*Bromeliaceae*) patří k rostlinám, které se vyskytují hlavně jako epifyty. Díky absorpčním trichomům se daří jejich životu v korunách stromů, kde je příjem vody a živin kořeny omezen (Vanhoutte et al. 2017). Některé druhy rodu tilandsie (*Tillandsia*), taktéž z čeledi broméliovitých (*Bromeliaceae*), často vytvářejí duté odumřelé buňky na povrchu listů, které pomáhají nasávat vlhkost z okolí. Tyto buňky se vytvořily odumřením štítovitých (peltátních) trichomů, jež zůstávají propojeny s živými tkáněmi uvnitř listu (podoba štítovitých trichomů je zobrazena v kapitole 2.1.2 v Tabulce č. 1). Listy rostlin rodu tilandsie (*Tillandsia*) mohou mít díky štítovitým trichomům drsný stříbřitý vzhled (Ponert 2020).

Nejnovější výzkumy názorně potvrzují, že v rostlinném světě se stále výrazněji uplatňuje úloha trichomů při procesech absorpce vody a detoxikace kovů. Tyto důležité funkce nesou s sebou významné důsledky nejen pro celé ekosystémy a životní prostředí, ale i pro zemědělství (Werker 2000).

4.2 Trichomy jako adaptace na biotické podmínky prostředí

Trichomy rostliny zajišťují ochranu rostlin proti biotickým činitelům – býložravcům a patogenům v podobě fyzické obrany a pomocí vylučování toxických nebo repelentních chemických látek.

Ochranou proti býložravým zvířatům mohou být zpevněné trichomy, které jsou inkrustované oxidem křemičitým (SiO_2) nebo uhličitanem vápenatým (CaCO_3), čímž zamezují konzumaci rostlin býložravci (Mašková 2014). Takovou adaptaci mají například rostliny z čeledi brutnákovitých (*Boraginaceae*), u nichž je častý hustý porost tuhých, mineralizovaných trichomů, které mohou sloužit jako první obranná linie proti býložravcům – znesnadňují přístup k vegetativním i reprodukčním orgánům (Mustafa, Ensikat, Weigend 2018). Další typem obranných trichomů proti herbivorům jsou žahavé trichomy. Například kopřiva (*Urtica*) je díky této adaptaci pro obratlovce odrazující – při styku dojde ke zlomu trichomu, čímž se uvolní šťavelan vápenatý, který způsobuje dermatitidu pokožky, a to díky biochemickým mediátorům, jako je histamin a acetylcholin (Grauso et al. 2020).

4.3 Biosyntéza speciálních metabolitů

Některé trichomy jsou schopné vytvářet specializované metabolity. Tyto specializované metabolity umožňují člověku výrobu různých funkčních fytochemikálií, které lze využít jako aromatické látky, potravinářské přísady nebo léčiva ve farmaceutickém průmyslu (Schuurink a Tissier 2020). Tyto metabolity taktéž umožňují produkci a vypouštění těkavých organických sloučenin, které slouží jako prostředek pro komunikaci a vzájemnou spolupráci mezi rostlinami přispívající k jejich přežití. Tato komunikace se uskutečňuje vzájemným dotykem rostlin nebo vlivem větru a dalších abiotických podmínek (Ninkovic et al. 2021). Mezi nejvíce využívané specializované metabolity produkované žláznatými trichomy řadíme silice, neboli esenciální oleje, pro které se pěstuje například máta (*Mentha*) (Sharma et al. 2003) nebo bazalka (*Ocimum*) (Schillmiller et al. 2008).

4.4 Vývojové role u trichomů

Trichomy plní na povrchu rostlin mnoho ochranných funkcí, ale s rozvojem technologií se navíc potvrzuje, že trichomy plní také významnou roli na uspořádání struktury květu během jeho vývoje. Tan et al. (2016) uvádí jako příklad vliv trichomů na vývoj květního pupenu u bavlníku (*Gossypium*), přičemž tyto trichomy jsou na okvětních lístcích vzájemně spletené.

Mezi vývojové role trichomů řadí (Li et al. 2023) i pomoc trichomů během opylování rostliny a pomoc při chytání kořisti u masožravých rostlin.

5 Metodika

Při psaní teoretické části jsem čerpala z české i zahraniční literatury. Klasifikace trichomů se mezi českou a zahraniční literaturou liší. Nicméně v teoretické i praktické části jsem pracovala s českou klasifikací.

Cílem praktické části práce bylo vytvoření námětů a aktivit pro přírodovědný kroužek na téma trichomy. Pro vytvoření jednotlivých úkolů bylo potřeba nejprve provést sběr rostlinného materiálu, a to volně rostoucích rostlin nebo rostlin dostupných v květinářství. Snímky s rosnatkou (*Drosera*) byly vytvořeny ve sbírkovém skleníku Katedry botaniky na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého. Vytvoření snímků absorpčních trichomů vyžadovalo předpěstování semen hrachu setého (*Pisum sativum*) a kukuřice (*Zea mays*) v nádobách.

Po sběru rostlinného materiálu probíhala jeho fotodokumentace. Snímky některých zástupců rostlin byly pořízeny za pomoci fotoaparátu, ty detailnější snímky potom pomocí videomikroskopu Bioblue 4267. Jednotlivé preparáty byly pozorované pod zvětšením 40x až 100x. Pořízené fotografie byly dále použity pro tvorbu edukačních karet nebo pexesa.

Výběr a obsah jednotlivých aktivit byl vybrán tak, aby odpovídaly úrovni znalostí a dovedností žáků na základní škole. Aktivity jsou zpočátku zaměřené na obecné poznání trichomů, například mikroskopování trichomů protažitky, přiřazování pojmů nebo tajenka. Následující aktivity jsou pak více zaměřené na hru a komplexnější poznání, např. pexeso nebo online kvíz. Většina aktivit byla vytvořena pomocí programu Microsoft Word a internetové aplikace Goodnotes 6. Pexeso bylo vytvořeno z vlastních fotografií, které byly pořízeny fotoaparátem nebo s využitím videomikroskopu Bioblue 4267. Fotografie byly za pomoci internetové stránky sestaveny do podoby pexesa (odkaz na stránku pro tvorbu pexesa: <https://www.pexeso.net/>). Vytvořené pexeso následně bylo vytištěno a laminováno, vznikla tak skutečná sada pexesa, která se dá použít ve výuce přírodovědného kroužku. Stejně tak byly vytvořeny edukační karty s jednotlivými zástupci a jejich trichomy. Zábavný internetový kvíz, který podporuje soutěživost mezi žáky, byl vytvořen pomocí internetové aplikace *Kahoot!* (odkaz na aplikaci: <https://kahoot.com/>). Úloha s vytvořením vlastního paludária s rosnatkami byla inspirovaná návštěvou sbírkového skleníku Katedry botaniky na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého. Cílem této aktivity je tvořivá činnost, která propojuje a rozvíjí teoretické i praktické znalosti žáků.

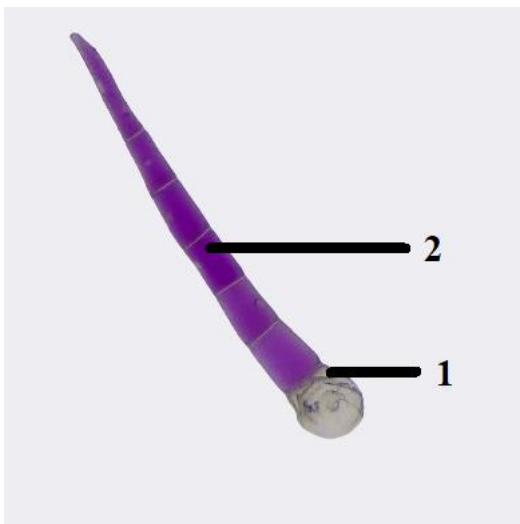
6 Praktická část

6.1 Mikroskopování trichomů protažitky

Jednou z prvních aktivit přírodovědného kroužku je pozorování trichomů za pomoci mikroskopu. Jako motivaci k mikroskopování trichomů protažitky (*Gynura*) by žákům byly nejprve předloženy obrázky rostlin nebo živé rostliny – vhodné rostliny by byly například kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*), svízel přítula (*Galium aparine*) nebo divizna velkokvětá (*Verbascum densiflorum*). Spolu s předloženými rostlinami by na téma proběhl úvodní motivační rozhovor s žáky. Učitel během předkládání rostlin může pokládat otázky např. Znáte název této rostliny? Máte zkušenosti s touto rostlinou – byli jste už někdy popálení? Přichytla se vám tato rostlina na oděv? Proč myslíte, že kopřiva „pálí“? Myslíte si, že chlupy nějakým způsobem rostlině pomáhají? Znáte vůni máty a levandule? Myslíte si, že trichomy mohou utvářet vůni těchto rostlin? Během rozhovoru by k rostlinám mohly být přikládány edukační karty (viz podkapitola 6.3) s jednoduchými popisky, díky kterým se žáci s tématem lépe seznámí, zároveň si mohou do pracovního listu vypisovat rostliny, se kterými se seznámili a typ jejich trichomů.

Po úvodním rozhovoru by následovala samostatná práce s mikroskopováním trichomů protažitky (Úkol 1), které si žáci překreslí do pracovního listu. Na pracovním listu je i doplněná kontrolní otázka (Úkol 2), na kterou žáci zkusí vymyslet vlastní odpověď, kterou následně budou moct konzultovat s vyučujícím. Po mikroskopování následuje přiřazování kartiček s pojmy ve dvojicích (Úkol 3). Žáci se budou snažit k sobě přiřadit správné pojmy, a pokud si nebudou jistí, mohou využít edukačních karet. Po dokončení přiřazování pojmů učitel zkontroluje jejich správnost.

K danému tématu by žáky mohlo namotivovat právě propojení vlastních zkušeností a nových poznatků. V rámci přírodovědného kroužku jsme k činnosti mikroskopování zvolili méně častý druh rostliny – protažitku (viz Obr. 17). Protažitka (*Gynura*) je vhodná k pozorování hlavně díky jejím atraktivně zbarveným trichomům antokyany. Protažitka se navíc dá snadno zakoupit v květinářství, což je výhodou pro vyučujícího přírodovědného kroužku. Struktura 1 na obrázku zobrazuje buňku pokožky, z níž vyrůstá trichom, struktura 2 zobrazuje tělo trichomu, přičemž obě struktury by žáci ve svém vytvořeném preparátu měli pozorovat.



Obrázek 16

Obrázek 16: Nerozvětvený mnohobuněčný fialový trichom protažitky (*Gynura*).
Vlastní fotografie, zvětšeno 100x.



Obrázek 17

Obrázek 17: Protažitka, *Gynura*, průměr květináče 13 cm, 2022. In: Zazumi [online].
28.08.2022 [cit. 16. 6. 2024]. Dostupné z: <https://www.zazumi.cz/protazitka-gynura-prumer-kvetinace-13-cm/>

- Cíle, které budou v této aktivitě naplněny:
 - Žáci dokáží vytvořit dočasný rostlinný preparát a samostatně pracovat s mikroskopem a pomůckami.
 - Žáci popíší anatomickou stavbu trichomu (rozvětvenost, nerozvětvenost, počet buněk trichomu).
 - Žáci třídí trichomy do skupin dle jejich funkce.

PRACOVNÍ LIST – POZOROVÁNÍ TRICHOMŮ PROTAŽITKY

Přírodovědný kroužek	Téma: TRICHOMY
Jméno:	
Datum:	

V pokožce mnoha rostlin se nachází útvary zvané trichomy, zjednodušeně chlupy. Trichomy nabývají mnoha rozmanitých podob, liší se tvarem, délkou a barvou. Velmi důležité jsou jejich funkce, dle kterých lze trichomy rozdělit do těchto skupin: krycí, žahavé, žláznaté, absorpční.

- Krycí trichomy → plní ochrannou funkci pokožky, mohou sloužit k šíření semen a plodů
- Žahavé trichomy → uvolňují pálivé tekutiny
- Žláznaté trichomy → uvolňují vonné nebo lepkavé látky
- Absorpční trichomy → zajišťují příjem látek

Další důležité pojmy:

- Tentakule → složité trichomy vylučující enzymy, které rozkládají těla hmyzu
- Odění → soubor trichomů a emergencí na povrchu rostliny
- Emergence → mnohobuněčné výrůstky, např. trny

Nyní si představíme, jak tyto drobné rostlinné struktury vypadají za použití mikroskopu, jejichž stavbu a detaily bychom mohli pouhým okem přehlédnout – právě ty mohou být stěžejní pro porozumění světa trichomů.

Zde si můžeš zapsat, s jakými rostlinami jsme se dnes seznámili, a jaké typy trichomů měly:

<u>ROSTLINA</u>	<u>TYP TRICHOMŮ</u>


Úkol 1: Vytvořte dočasný rostlinný preparát z listů rostliny protažitky.

Pomůcky a materiál:

- List protažitky
- Potřeby pro mikroskopování
- Mikroskop

Postup: Ze spodní strany listu seškrábni trichomy pomocí žiletky a vlož je do kapky vody na podložním sklíčku. Zhotov dočasný preparát, pod mikroskopem pozoruj a zakresli trichomy. Nezapomeň si k nákresu zapsat zvětšení, pod kterým jsi preparát pozoroval/a.

Nákres:



Zvětšení:

Úkol 2

Pokus se odpovědět na kontrolní otázku:

Čím je způsobené fialové zbarvení trichomu protažitky? Zapiš a zdůvodni svoji odpověď:

Úkol 3: Jednotlivé kartičky s pojmy vystříhněte a zamíchejte. Kartičky s pojmy poté správně přiřaďte do správných dvojic. Pokud si nejste jistí, můžete využít i edukační karty.

Tentakule

Chrání před nadměrnou ztrátou vody nebo slunečními paprsky

Žláznaté trichomy

Chloupky

Absorpční trichomy

Vylučují vonné oleje např. u levandule

Krycí trichomy

Struktury paličkovitého tvaru, nachází se u masožravých rostlin

Trichomy

Kořenové vlášení - nasávací funkce

Emergence

Soubor výrůstků - trichomů na povrchu celé rostliny

Odění

Mnohobuněčný výrůstek na povrchu rostliny

Obrázek 18: Přiřazování pojmů (Zdroj: vlastní zpracování)

Úkol 3: Přiřazování pojmů – Klíč se správným řešením

Tentakule

Struktury paličkovitého tvaru,
nachází se u masožravých rostlin

Žláznaté trichomy

Vylučují vonné oleje
např. u levandule

Absorpční trichomy

Kořenové vlášení - nasávací funkce

Krycí trichomy

Chrání před nadměrnou
ztrátou vody nebo slunečními
paprsky

Trichomy

Chloupky

Emergence

Mnohobuněčný výrůstek
na povrchu rostliny

Odění

Soubor výrůstků - trichomů
na povrchu celé rostliny

Obrázek 19: Přiřazování pojmů – klíč (Zdroj: vlastní zpracování)

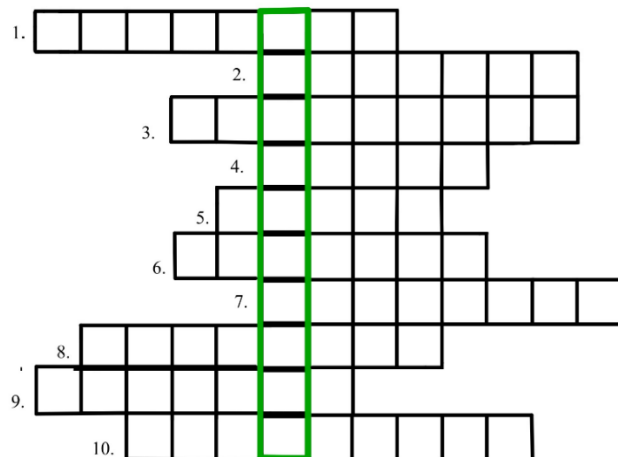
6.2 Tajenka s trichomy

Úkol: Odpověz na otázky a odpovědi zapiš do tajenky.

Rostliny rodu vrísea (*Vriesera*) z čeledi broméliovitých (*Bromeliaceae*) patří k rostlinám, které se vyskytují hlavně jako epifyty (rostliny žijící na kmenech ostatních stromů, avšak vyživují se individuálně).

Díky _____ trichomům se takovým rostlinám daří v korunách stromů, kde je příjem vody a živin kořeny omezen.

1. Trichomy lze rozdělit na nežláznaté (non-glandulární) a _____ (glandulární).
2. Některé trichomy mohou být obsahovat různá _____ (například antokyany), díky kterým mohou například lákat hmyz.
3. Rostlina, která pomocí žláznatých trichomů a slizu polapí hmyz, je _____.
4. Soubor výrůstků – trichomů na povrchu celé rostliny se nazývá _____.
5. Tento typ trichomů chrání před nadměrnou ztrátou vody nebo slunečními paprsky: _____ trichomy.
6. Tato rostlina má žahavé trichomy, které při doteku způsobují nepříjemné pálení pokožky, ale může mít i léčivé účinky: _____.
7. Trichomy na lístcích této rostliny přispívají ke specifické vůni a chuti čaje: _____.
8. Trichomy u rostlin plní mnoho funkcí, dle kterých je lze rozdělit do 4 skupin: krycí, žahavé, _____ a absorpční.
9. Žahavé chloupky se nejčastěji vyskytují na nadzemních částech rostlin, tedy na listech a _____.
10. Při kontaktu se vrchol žahavého trichomu zlomí, jelikož je velmi křehký, a to díky látce zvané kyselina _____.

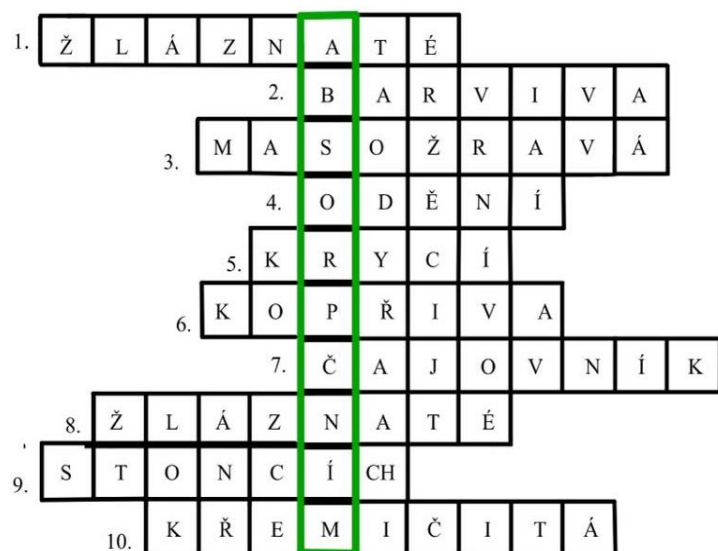


Obrázek 20: Křížovka s tajenkou (Zdroj: vlastní zpracování)

Křížovka s tajenkou – klíč se správným řešením:

Díky **ABSORPČNÍM** trichomům se takovým rostlinám daří v korunách stromů, kde je příjem vody a živin kořeny omezen.

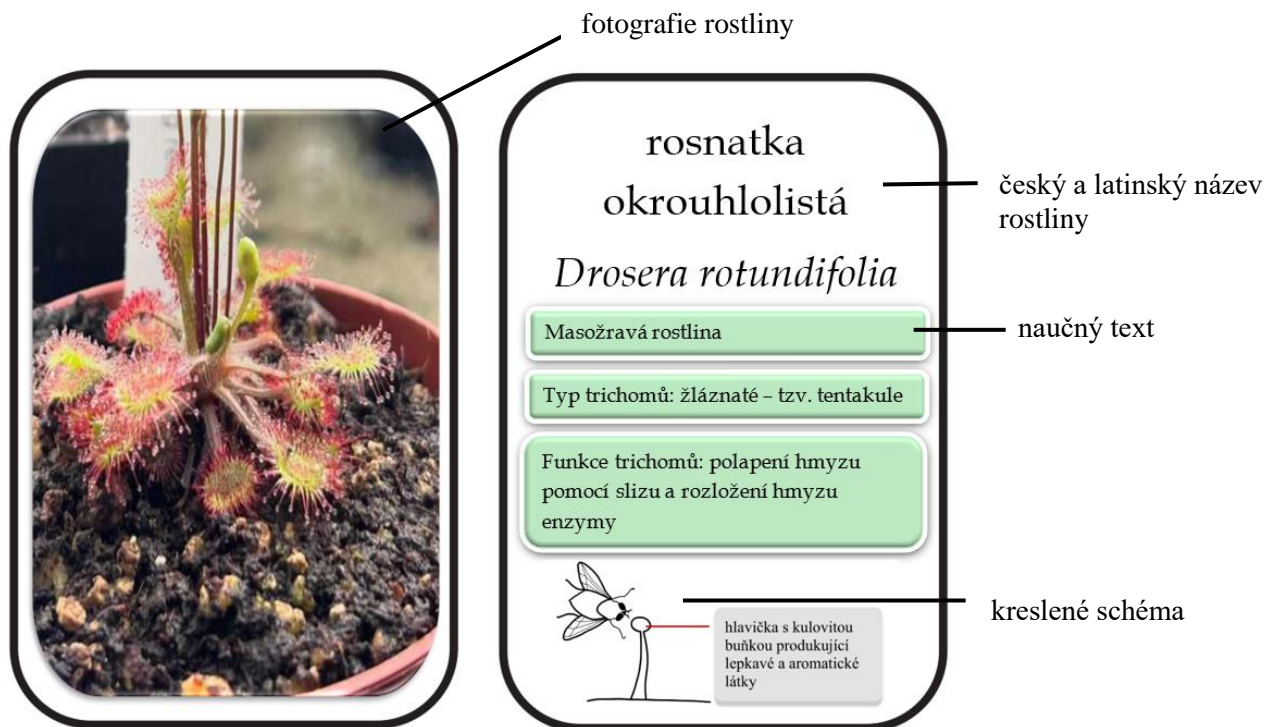
1. Trichomy lze rozdělit na nežláznaté (non-glandulární) a ŽLÁZNATÉ (glandulární).
2. Některé trichomy mohou být obsahovat různá BARVIVA (například antokyany), díky kterým mohou například lákat hmyz.
3. Rostlina, která pomocí žláznatých trichomů a slizu polapí hmyz, je MASOŽRAVÁ.
4. Soubor výrůstků – trichomů na povrchu celé rostliny se nazývá ODĚNÍ.
5. Tento typ trichomů chrání před nadměrnou ztrátou vody nebo slunečními paprsky: KRYCÍ trichomy.
6. Tato rostlina má žahavé trichomy, které při doteku způsobují nepříjemné pálení pokožky, ale může mít i léčivé účinky: KOPŘIVA.
7. Trichomy na lístcích této rostliny přispívají ke specifické vůni a chuti čaje: ČAJOVNÍK.
8. Trichomy u rostlin plní mnoho funkcí, dle kterých je lze rozdělit do 4 skupin: krycí, žahavé, ŽLÁZNATÉ a absorpční.
9. Žahavé chloupky se nejčastěji vyskytují na nadzemních částech rostlin, tedy na listech a STONCÍCH.
10. Při kontaktu se vrchol žahavého trichomu zlomí, jelikož je velmi křehký, a to díky látce zvané kyselina KŘEMIČITÁ.



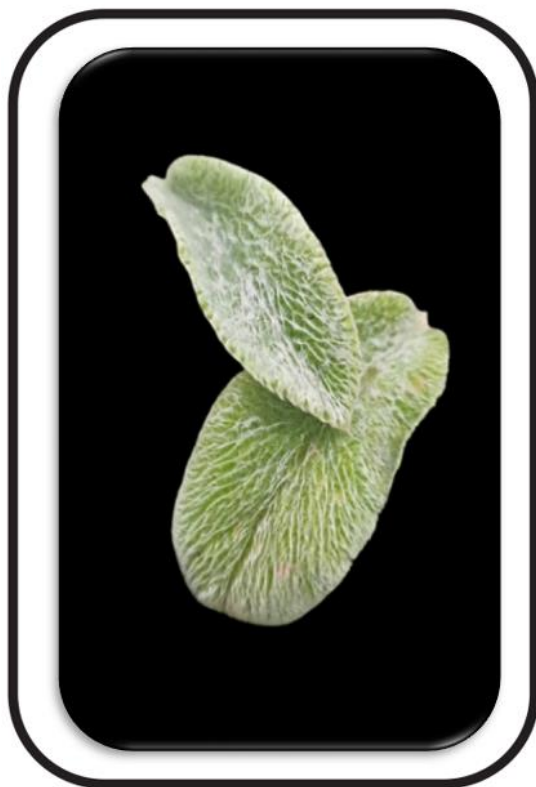
Obrázek 21: Křížovka s tajenkou – klíč se správným řešením (Zdroj: vlastní zpracování)

6.3 Edukační karty

Edukační karty byly vytvořeny za účelem poznání tématu trichomů a jeho lepšího přiblížení žákům přírodovědného kroužku. Každá karta má z jedné strany fotografii vybrané rostliny, z druhé strany se vždy nachází český a latinský název rostliny. Pod názvy je v pár bodech popsán typ trichomů a jejich funkce u dané rostliny. Kromě fotografií vybraných rostlin a naučného textu jsou v edukačních kartách zahrnuta i jednoduchá kreslená schémata, která žákům pomáhají porozumět i složitějším problémům. Edukační karty pomáhají lépe pochopit výklad vyučujícího a mohou sloužit jako opora při plnění některých úkolů, jako je přiřazování pojmů s trichomy nebo tajenka s trichomy. Edukační karty mohou sloužit i v rámci opakování jako vhodný prostředek pro lepší zapamatování učiva.



Obrázek 22: Edukační karta – rosnatka okrouhlostá (Zdroj: vlastní zpracování)



čistec vlnatý

Stachys byzantina

Typ trichomů: krycí,
plstnatého vzhledu

! může mít i žláznaté
trichomy



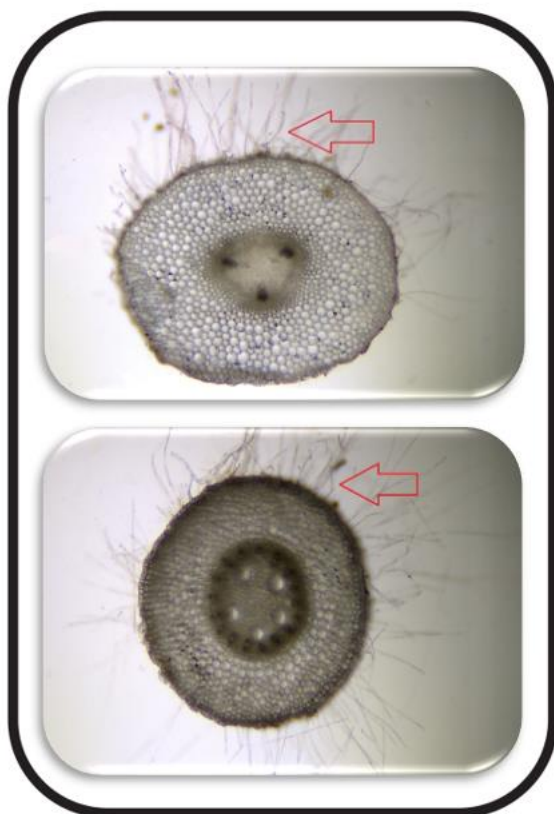
Funkce trichomů:

→ chrání před
nadměrným
odpařováním vody

→ chrání před
slunečním zářením



Obrázek 23: Edukační karta – čistec vlnatý (Zdroj: vlastní zpracování)



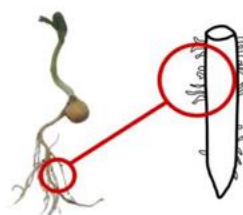
hrách setý (*Pisum sativum*)
kukuřice setá (*Zea mays*)

Typ trichomů: absorpční

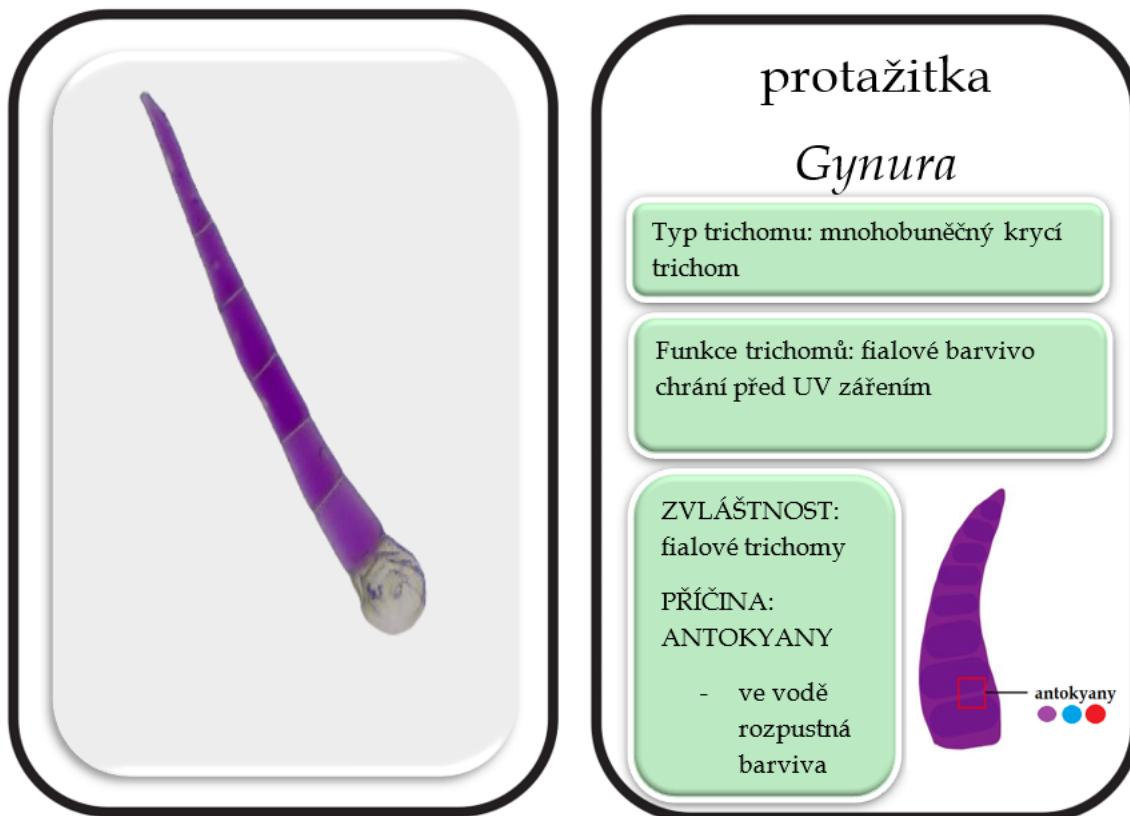
- jednobuněčné, nemají kutikulu,
a jejich stěny jsou tenké

Funkce trichomů:

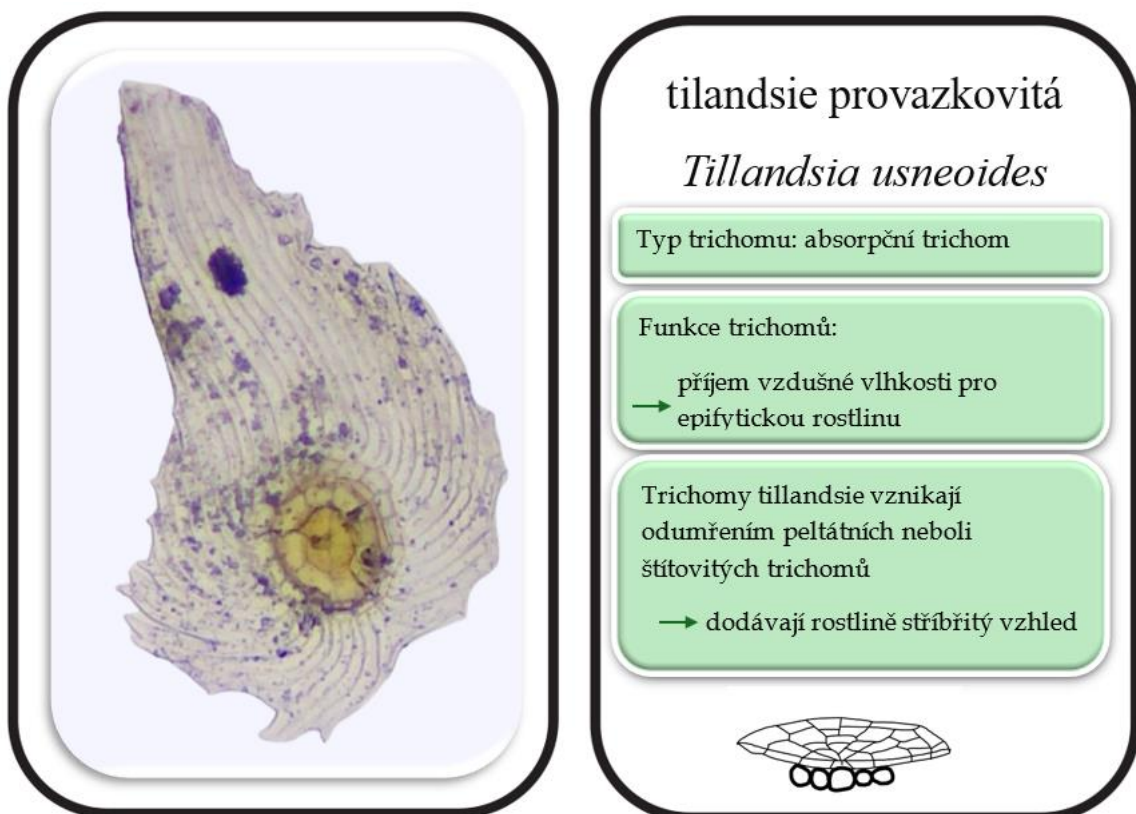
→ příjem vody a živin



Obrázek 24: Edukační karta – hrách setý, kukuřice setá (Zdroj: vlastní zpracování)



Obrázek 25: Edukační karta – protažitka (Zdroj: vlastní zpracování)



Obrázek 26: Edukační karta – tilandsie provazkovitá (Zdroj: vlastní zpracování)



kopřiva dvoudomá

Urtica dioica

Typ trichomu: žahavý trichom

Funkce trichomů:

→ ochrana před býložravci



JAK FUNGUJE ŽAHAVÝ TRICHOM?

Styk pokožky žahavým trichomem
 → zlomení trichomu → uvolnění
 histaminu, acetylcholinu, kyseliny
 mravenčí → pálení, svědění,
 pupínky a otok pokožky

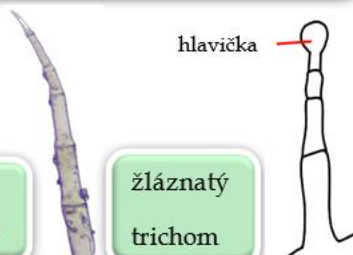
Obrázek 27: Edukační karta – kopřiva dvoudomá (Zdroj: vlastní zpracování)



africká fialka

Saintpaulia

Typ trichomů: krycí a žláznaté trichomy



krycí
trichom

žláznatý
trichom

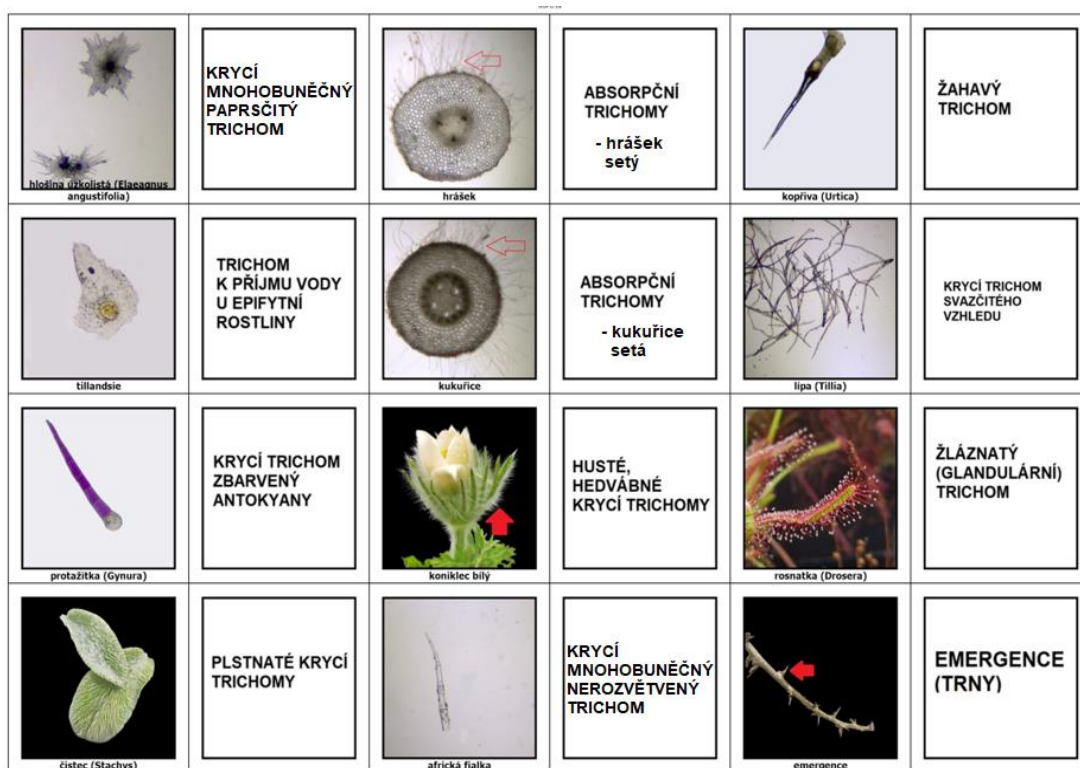
Funkce trichomů:

→ ochrana před UV zářením,
 býložravci; regulace
 vypařování vody
 → lákání opylovačů

Obrázek 28: Edukační karta – africká fialka (Zdroj: vlastní zpracování)

6.4 Pexeso

Jednou z aktivit určených na zopakování a upevnění učiva trichomů je zábavná hra pexeso. Tato sada pexesa (viz Obr. 29) obsahuje 24 karet celkem, tedy 12 párů dvojic, které se žáci snaží postupně zapamatovat a správně přiřadit do dvojic. Každou dvojici tvoří obrázek rostliny nebo její trichom, které se přiřadí se správným termínem. Žáci přírodovědného kroužku mohou hrát hru ve skupinách o dvou až čtyřech lidech. Herní karty jsou otočeny rubem dolů, přičemž každý žák, který je právě na řadě, může otočit vždy jen dvě karty. V momentě, kdy se žákům podaří přiřadit všech 12 dvojic, učitel by měl zkontrolovat správnost jejich přiřazení. Mezi kartičky pexesa jsou zahrnuté i emergence, které se sice mezi trichomy neřadí, ale může s trichomy tvořit odění (*indumentum*) rostliny. Hra podporuje soutěživost mezi žáky přírodovědného kroužku, vyžaduje dobrou pozornost žáků a zároveň znalosti potřebné k správnému přiřazení dvojic.



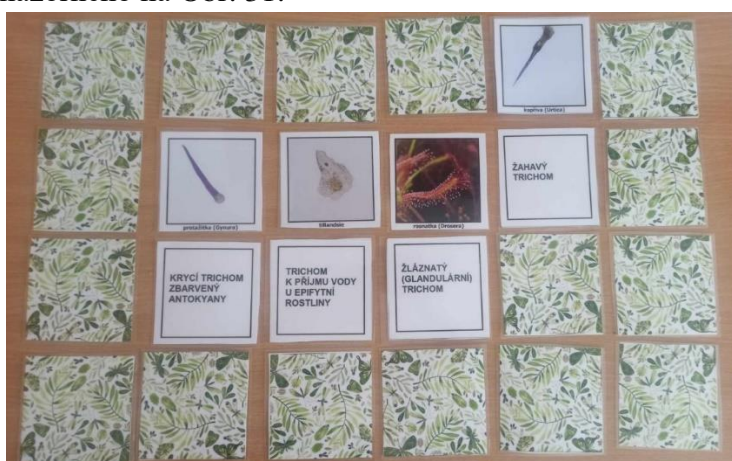
Obrázek 29: Sada pexesa trichomů (Zdroj: vlastní zpracování)

Pro vytvoření sady pexesa je nejprve nutné vytisknout kartičky, vystříhnout je a poté slepit přední a zadní stranu každé z nich – viz Obr. 30.



Obrázek 30: Přední a zadní strana kartiček pexesa (Zdroj: vlastní zpracování)

Finálním krokem je laminace kartiček pexesa, což vede k vytvoření finálního produktu, jak je znázorněno na Obr. 31:



Obrázek 31: Skutečné pexeso s trichomy (Zdroj: vlastní fotografie)

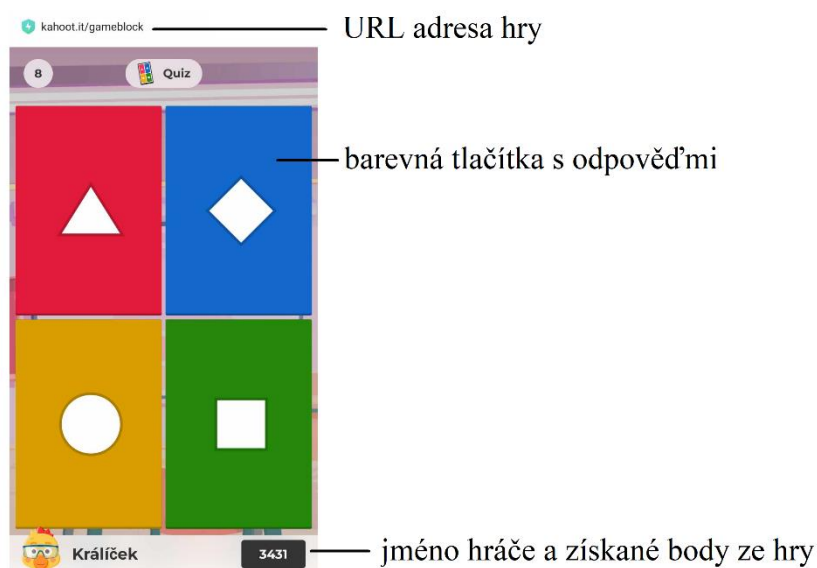
6.5 Zábavný kvíz

V rámci zapojení moderních a interaktivních technologií byl mezi aktivity zařazen i online kvíz vytvořený prostřednictvím internetové aplikace *Kahoot!*. Pro realizaci kvízu je potřeba interaktivní tabule nebo projektor, a dále mobilní telefony žáků s internetovým připojením. Hra probíhá tak, že učitel spustí kvíz na tabuli a poskytne žákům kód, pomocí kterého se ke kvízu na svém telefonu připojí. Otázky a odpovědi jsou promítané na projektoru, přičemž na telefonu žáků se zobrazují ve formě barevných tlačítek s jednoduchými geometrickými útvary. Žáci si otázku na projektoru přečtou a na svém telefonu zvolí svoji odpověď stisknutím vybraného barevného tlačítka. Na každou otázku je zvolen časový limit a v momentě, kdy všichni žáci na otázku odpoví, se na projektoru zobrazí ta správná. Aby žák v kvízu vyhrál, je pro něj stěžejní volba správné odpovědi a rychlost. Za správné odpovědi a nejnižší čas jsou žákovi udělovány body, díky kterým se vzestupně posouvá po žebříčku mezi ostatními žáky.

Jméno kvízu v internetové aplikaci *Kahoot!* je „Svět rostlinných trichomů: Kdo zvítězí v kvízu?!“. Tento kvíz obsahuje dvacet uzavřených otázek, u kterých mohou být až čtyři možné odpovědi, z nichž jedna je správná, nebo jednoduché otázky s odpověďmi ano/ne. Obrázek 32 a 33 zobrazují snímky obrazovky herního prostředí *Kahoot!* Obrázek 32 prezentuje, co je žákům ukazováno na projektoru a Obrázek 33 zobrazuje barevná tlačítka, která žáci vybírají na základě své odpovědi na svém mobilním telefonu.



Obrázek 32: Svět rostlinných trichomů: Kdo zvítězí v kvízu?! v internetové aplikaci *Kahoot!* na projektoru. Zdroj: *Kahoot!*, [online], dostupné z: <https://kahoot.com>, [datum přístupu: 14. června 2024].



Obrázek 33: Svět rostlinných trichomů: Kdo zvítězí v kvízu?! v internetové aplikaci *Kahoot!* na mobilním telefonu. Zdroj: *Kahoot!*, [online], dostupné z: <https://kahoot.com>, [datum přístupu: 14. června 2024].

Využití internetových technologií a forma kvízu je vhodná k nenucenému opakování znalostí, které u žáků podporuje soutěživost. Každý žák hraje samostatně za sebe a časový limit hry by měl být zhruba 15 minut. Zde je ukázka několika otázek v kvízu:

1) Absorpční trichomy slouží k příjmu:
• Vody a živin
• Světla

2) Tyto struktury mají paličkovitý tvar, pomáhají masožravým rostlinám chytat hmyz a trávit jejich těla
• Listy
• Odění
• Tentakule
• Emergence

3) Vrchol žahavého trichomu je velmi křehký, a to díky látce zvané:
• Kyselina křemičitá
• Kyselina chlorovodíková
• Kyselina sírová
• Oxid uhličitý

4) Koho odpuzují žahavé trichomy?
• Vodu
• Masožravce
• Světlo
• Býložravce

5) Fialové trichomy rostliny protažitky jsou způsobeny:
<ul style="list-style-type: none"> ● Světlem
<ul style="list-style-type: none"> ● Beta-karoteny
<ul style="list-style-type: none"> ● Nedostatkem vody
<ul style="list-style-type: none"> ● Antokyany

6) Emergence jsou...
<ul style="list-style-type: none"> ● Typ krycích trichomů
<ul style="list-style-type: none"> ● Mnohobuněčné výrůstky – např. trny
<ul style="list-style-type: none"> ● Plody
<ul style="list-style-type: none"> ● Typ žahavých trichomů

7) Absorpční trichomy u tilandsie slouží k...
<ul style="list-style-type: none"> ● Ochraně před masožravci
<ul style="list-style-type: none"> ● Lákání opylovačů
<ul style="list-style-type: none"> ● Lapání hmyzu
<ul style="list-style-type: none"> ● Příjmu vzdušné vlhkosti

8) BONUSOVÁ OTÁZKA: DVOJNÁSOBEK BODŮ!
Které látky produkují žláznaté trichomy rosnatky?
<ul style="list-style-type: none"> ● Vodu
<ul style="list-style-type: none"> ● Lepkavé a aromatické látky
<ul style="list-style-type: none"> ● Kyselinu mravenčí
<ul style="list-style-type: none"> ● Histamin

6.6 Vytvoření paludária s rosnatkami

Přírodovědný kroužek společně založí paludárium (viz Obr. 34), které spočívá ve sjednocení terária (nádrž pro suchozemské organismy) a akvária (nádrž pro vodní organismy) v jednom prostředí. Tato aktivita je spíše projektového charakteru; v první řadě zahrnuje zjišťování teoretických prvků a v druhé řadě aktivně zapojuje žáky při realizaci nového paludária — teoretické poznatky se propojí s praktickým využitím a znalostmi. Založení paludária je vybraná praktická aktivita, při které žáci aktivně pracují s živými materiály a zároveň se učí vytvářet příznivé podmínky prostředí pro masožravé rostliny jako jsou rosnatky (*Drosera*), u kterých se seznámí se žláznatými trichomy a pochopí jejich význam i zblízka.



Obrázek 34: Nádrž s paludáriem (Zdroj obrázku: UNS 5E - 2.1 Gallon Ultra Clear Rimless Paludarium, 2022. In: Buce Plant [online]. 28.08.2022 [cit. 16. 6. 2024]. Dostupné z: <https://buceplant.com/products/uns-5e-2-1-gallon-ultra-clear-rimless-paludarium>)

Úkolem žáků bude zjistit, co vše je potřeba pro založení, údržbu paludária a pěstování rostlin, eventuálně chovu menších zvířat; povinnou rostlinou zařazenou do paludária bude rosnatka (*Drosera*), které budou podmínky paludária podřizovány. Žáci budou rozděleni do dvojic, ve kterých budou samostatně vyhledávat potřebné informace na internetu nebo v literatuře. K tomu jim pomůže záznamový list, kam si budou zjištěné informace zapisovat. Po zjištění potřebných informací si každá dvojice navrhne, jak by dané paludárium mohlo vypadat a jak by se jeho realizace dala uskutečnit. Návrhy paludárií všech dvojic poté budou představeny a diskutovány se zbytkem třídy. Nádrž paludária bude společná pro celou třídu, tudíž se žáci musí před začátkem tvoření domluvit, jak bude vypadat jeho realizace. Společně s vedoucím přírodovědného kroužku se žáci domluví, co paludárium bude obsahovat, a které potřeby je pro realizaci třeba koupit. Sestavení společného paludária bude probíhat pod dohledem vedoucího přírodovědného kroužku, jelikož je při přípravě potřeba manipulace například s elektrickým osvětlením nebo živými organismy. O dokončené paludárium budou žáci dlouhodobě pečovat a upravovat podmínky prostředí dle potřeb vybraných organismů.

- Vytvoření vlastního paludária s rosnatkami – záznamový list:

Ve dvojici si přečtete jednotlivé otázky/kritérium a pokuste se najít nebo vymyslet vlastní odpověď. Můžete pracovat i s využitím internetu.

ZÁZNAMOVÝ LIST PRO SESTAVENÍ PALUDÁRIA S ROSNATKAMI

OTÁZKA/KRITÉRIUM	VAŠE ODPOVĚĎ
Jaký druh substrátu je vhodný do paludária?	
Světelné a vodní podmínky: Pomocí jakého vybavení je zajistíme?	
Ideální teplota paludária	
Vzdušné podmínky paludária	
Je vhodná zálivka a hnojení?	
Navrhni pěkné dekorace do paludária – například kameny, kůru, nebo dekorační předměty	
Jaké další rostliny by se daly v paludáriu s rosnatkami pěstovat?	
Chov živočichů: navrhni vhodné zástupce	

7 Závěr

Bakalářská práce se věnovala tématu trichomů a jejich využitím v rámci přírodovědného kroužku. Cílem teoretické části bylo shrnutí základních teoretických poznatků o trichomech. Zabývala jsem se jejich obecnou charakteristikou, klasifikací, funkcemi trichomů vůči abiotickým a biotickým podmínkám prostředí. Klasifikace trichomů je mezi českými a zahraničními autory rozdílná, nicméně jsem po zbytek práce pracovala s klasifikací od českých autorů. Dále jsem se zabývala funkcí trichomů vůči abiotickým a biotickým podmínkám prostředí. Tato témata ještě donedávna nebyla detailněji prozkoumána, avšak s rozvojem moderních technologií studie zjišťují, jak důležité funkce trichomy u rostlin zastávají, a to i navzdory své velikosti. Teoretická část pak sloužila jako základ pro vytvoření praktické části práce, jejímž cílem bylo vytvoření vhodných výukových materiálů a aktivit na téma trichomů pro přírodovědný kroužek.

Pro vytvoření aktivit bylo nejprve potřeba vybrat nejdůležitější zástupce rostlin, ze kterých se tvoření aktivit pro přírodovědný kroužek odvíjelo. Zástupce rostlin byli vybráni tak, aby byli snadno dostupní i pro potenciální vyučující tohoto tématu v přírodovědném kroužku. Zároveň jsem zástupce rostlin vybrala s ohledem na to, aby každý z nich reprezentoval vzorový typ daného trichomu a aby je žáci dokázali rozlišit dle tvaru a popsali jejich základních struktury. Po vybrání a nasbírání materiálu zástupců rostlin jsem pořizovala jejich snímky pomocí videomikroskopu Bioblue 4267 nebo fotoaparátu. Tyto snímky byly využity především na tvorbu pexesa a edukačních karet. Sada pexesa (viz Obr. 31) i edukačních karet byla vytvořena i do fyzické podoby. Při vytváření aktivit pro přírodovědný kroužek bylo také stěžejní posoudit náročnost a odbornost jednotlivých aktivit, a vytvořit je tak, aby byly přiměřené dovednostem a znalostem žáků na základní škole.

Celkem jsem vytvořila šest aktivit pro přírodovědný kroužek:

- 1) Mikroskopování trichomů protažitky
- 2) Tajenka s trichomy
- 3) Edukační karty
- 4) Pexeso
- 5) Zábavný kvíz
- 6) Vytvoření paludária s rosnatkami

Aktivity pro přírodovědný kroužek jsou navrženy s cílem využít komplexního přístupu, dovedností a znalostí žáků k problematice trichomů. Jelikož se žáci s tímto tématem v běžné výuce na základní škole příliš nesebkají, je vhodné toto téma zařadit do přírodovědného kroužku, a to především zábavnou a tvořivou formou. Aktivity jsou koncipovány tak, aby zahrnovaly různé formy výuky – samostatnou práci, spolupráci ve dvojicích a práci ve skupinách. Samostatná práce žákům umožní rozvíjení vlastních dovedností (mikroskopování), naopak práce ve dvojici nebo ve skupině umožní žákům rozvíjet své komunikační dovednosti (např. při vytváření společného paludária). Zároveň jsem aktivity navrhla tak, aby se žáci s rostlinami setkali nejen v tištěné podobě, ale i v podobě fyzické – např. při předkládání skutečných rostlin k edukačním kartám nebo při manipulaci s rosnatkami během vytváření paludária. Tyto aktivity pro přírodovědný kroužek jsem se snažila vytvořit tak, aby na žáky měly především motivační efekt a podporovaly jejich zájem o přírodu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- ABDEL, Khalik K., 2005. Morphological studies on trichomes of Brassicaceae in Egypt and taxonomic significance. *Acta Botanica Croatica* [online]. **64**(1), 57–73 [vid. 2024-03-02]. Dostupné z: <https://hrcak.srce.hr/3397>.
- AMME, Steffen et al. 2005. A proteome approach defines protective functions of tobacco leaf trichomes. *PROTEOMICS* [online]. 5(10), 2508–2518 [vid. 2024-03-08]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/pmic.200401274>.
- BEAL, W. J., 1878. Hairs and Glandular Hairs of Plants, Their Forms and Uses. *The American Naturalist* [online]. **12**(5), 271–282 [vid. 2024-03-09]. Dostupné z: <https://www.jstor.org/stable/2448153>.
- BLEEKER, Petra M. et al. 2012. Improved herbivore resistance in cultivated tomato with the sesquiterpene biosynthetic pathway from a wild relative. *Proceedings of the National Academy of Sciences* [online]. 109(49), 20124–20129 [vid. 2024-06-03]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1073/pnas.1208756109>.
- BREWER, Carol A., William K. SMITH, 1994a. Influence of Simulated Dewfall on Photosynthesis and Yield in Soybean Isolines (*Glycine max* [L.] Merr. cv Williams) with Different Trichome Densities. *International Journal of Plant Sciences* [online]. **155**(4), 460–466 [vid. 2024-02-28]. Dostupné z: <https://www.jstor.org/stable/2475199>.
- CAO, Wenmei, Tingxi LIU a Xixi WANG. 2022. Effects of soil properties on vegetation community composition across a semiarid ecosystem. *Journal of Arid Environments* [online]. 198, 104700 [vid. 2024-02-28]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2021.104700>.
- ENSIKAT, Hans-Jürgen, Hannah WESSELY, Marianne ENGESER a Maximilian WEIGEND, 2021. Distribution, Ecology, Chemistry and Toxicology of Plant Stinging Hairs. *Toxins* [online]. **13**(2), 141 [vid. 2024-03-09]. Dostupné z: doi:10.3390/toxins13020141.

GLOVER, Beverley J.; BUNNEWELL, Sue; MARTIN, Cathie. Convergent evolution within the genus *Solanum*: the specialised anther cone develops through alternative pathways. *Gene*, [online]. 2004, vol. 331, s. 1–7 [citováno 17. 6. 2024]. DOI: 10.1016/j.gene.2004.01.027. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.gene.2004.01.027>.

GRAUSO, Laura; DE FALCO, Bruna; LANZOTTI, Virginia; MOTTI, Riccardo. Stinging nettle, *Urtica dioica* L.: botanical, phytochemical and pharmacological overview. *Phytochemistry Reviews*, [online]. 2020, vol. 19, no. 6, s. 1341–1377 [cit. 29. 2. 2024]. DOI: 10.1007/s11101-020-09680-x. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s11101-020-09680-x>.

HEGEBARTH, Daniela; BUSCHHAUS, Christopher; WU, May; BIRD, David; JETTER, Reinhard. The composition of surface wax on trichomes of *Arabidopsis thaliana* differs from wax on other epidermal cells. *The Plant Journal*, [online]. 2016, vol. 88, no. 5, s. 762–774 [cit. 28. 2. 2024]. DOI: 10.1111/tpj.13294. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/tpj.13294>.

CHEN, Guoxiong, Jiecai ZHAO, Xin ZHAO, Pengshan ZHAO, Ruijun DUAN, Eviatar NEVO a Xiaofei MA. 2014. A psammophyte *Agriophyllum squarrosum* (L.) Moq.: a potential food crop. *Genetic Resources and Crop Evolution* [online]. 61(3), 669–676 [vid. 2024-02-28]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10722-014-0083-8>.

JOHNSON, Hyrum B. Plant Pubescence: An Ecological Perspective. *Botanical Review* [online]. 1975, vol. 41, no. 3, s. 233–258 [vid. 2024-06-16]. Dostupné z: <https://www.jstor.org/stable/4353882>.

KARRAY-BOURAOU, Najoua, Mokded RABHI, Manel NEFFATI, Barbara BALDAN, Annamaria RANIERI, Brahim MARZOUK, Mokhtar LACHAÂL a Abderrazak SMAOUI. 2009. Salt effect on yield and composition of shoot essential oil and trichome morphology and density on leaves of *Mentha pulegium*. *Industrial Crops and Products* [online]. 30(3), 338–343 [vid. 2024-02-29]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2009.06.003>.

KONRAD, Wilfried, Anita ROTH-NEBELSICK, Benjamin KESSEL, Tatiana MIRANDA, Martin EBNER, Rena SCHOTT a James H. NEBELSICK, 2021. The impact of raindrops on *Salvinia molesta* leaves: effects of trichomes and elasticity. *Journal of The Royal Society Interface* [online]. **18**(185), 20210676 [vid. 2024-02-28]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1098/rsif.2021.0676>.

KROUMOVA, Antoaneta B. a George J. WAGNER. Different elongation pathways in the biosynthesis of acyl groups of trichome exudate sugar esters from various solanaceous plants. *Planta* [online]. 2003, vol. 216, no. 6, s. 1013–1021. ISSN 0032-0935, 1432-2048. DOI: 10.1007/s00425-002-0954-7. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00425-002-0954-7>.

LI, Cui, Yingying MO, Nina WANG, Longyi XING, Yang QU, Yanlong CHEN, Zuoqiang YUAN, Arshad ALI, Jiyan QI, Victoria FERNÁNDEZ, Yuheng WANG a Peter M. KOPITTKE. 2023. The overlooked functions of trichomes: Water absorption and metal detoxication. *Plant, Cell & Environment* [online]. 46(3), 669–687 [vid. 2024-03-03]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/pce.14530>.

LI, Lei, ZHAO, Youfu, MCCAIG, Bonnie C., WINGERD, Byron A., WANG, Jihong, WHALON, Mark E., PICHERSKY, Eran a HOWE, Gregg A. The Tomato Homolog of CORONATINE-INSENSITIVE1 Is Required for the Maternal Control of Seed Maturation, Jasmonate-Signaled Defense Responses, and Glandular Trichome Development. **The Plant Cell** [online]. 2004, vol. 16, no. 1, s. 126–143. ISSN 1532-298X. DOI: 10.1105/tpc.017954. Dostupné z: <https://doi.org/10.1105/tpc.017954>.

LI, Ming-He, Ding-Kun LIU, Guo-Qiang ZHANG, Hua DENG, Xiong-De TU, Yan WANG, Si-Ren LAN a Zhong-Jian LIU. 2019. A perspective on crassulacean acid metabolism photosynthesis evolution of orchids on different continents: *Dendrobium* as a case study. *Journal of Experimental Botany* [online]. 70(22), 6611–6619 [vid. 2024-02-28]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/jxb/erz461>.

LIU, S., FAN, L., LIU, Z., YANG, X., ZHANG, Z., DUAN, Z., LIANG, Q., IMRAN, M., ZHANG, M. a TIAN, Z., 2020. A Pd1–Ps–P1 Feedback Loop Controls Pubescence Density in Soybean. *Molecular Plant* [online]. vol. 13, no. 12, s. 1768–1783 [vid. 2024-06-15]. DOI: 10.1016/j.molp.2020.10.004. Dostupné z: [doi:10.1016/j.molp.2020.10.004](https://doi.org/10.1016/j.molp.2020.10.004).

LIVINGSTON, Samuel J., Teagen D. QUILICHINI, Judith K. BOOTH, Darren C. J. WONG, Kim H. RENSING, Jessica LAFLAMME-YONKMAN, Simone D. CASTELLARIN, Joerg BOHLMANN, Jonathan E. PAGE a A. Lacey SAMUELS. 2020. Cannabis glandular trichomes alter morphology and metabolite content during flower maturation. *The Plant Journal* [online]. 101(1), 37–56 [vid. 2024-03-09]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/tpj.14516>.

MAŠKOVÁ, Hana. 2014. Trichomy – jedna z adaptací suchomilných rostlin. *Živa* [online]. Dostupné z: <https://ziva.avcr.cz/2014-4/trichomy-jedna-z-adaptaci-suchomilnych-rostlin.html> [vid. 29. února 2024].

MUSTAFA, Adeel, ENSIKAT, Hans-Jürgen, WEIGEND, Maximilian. 2018. Mineralized trichomes in Boraginales: complex microscale heterogeneity and simple phylogenetic patterns. *Annals of Botany* [online]. Vol. 121, No. 4, s. 741–751. DOI: [10.1093/aob/mcx191](https://doi.org/10.1093/aob/mcx191) [vid. 2024-02-29].

NAKASHIMA, Taiken et al. Single-Cell Metabolite Profiling of Stalk and Glandular Cells of Intact Trichomes with Internal Electrode Capillary Pressure Probe Electrospray Ionization Mass Spectrometry [online]. 2016. *Analytical Chemistry*, vol. 88, no. 6, s. 3049–3057 [vid. 2024-06-03]. DOI: [10.1021/acs.analchem.5b03366](https://doi.org/10.1021/acs.analchem.5b03366). Dostupné z: <https://doi.org/10.1021/acs.analchem.5b03366>.

NINKOVIC, Velemir; MARKOVIC, Dimitrije; RENSING, Merlin. Plant volatiles as cues and signals in plant communication. *Plant, Cell & Environment*, [online]. 2021, vol. 44, no. 4, s. 1030–1043 [cit. 17. 6. 2024]. DOI: [10.1111/pce.13910](https://doi.org/10.1111/pce.13910). Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/pce.13910>.

PONERT, Jan. 2020. Život rostlin ve vzduchu. *Živa* [online]. [cit. 2024-06-14]. Dostupné z: <https://ziva.avcr.cz/files/ziva/pdf/zivot-rostlin-ve-vzduchu-epifyty.pdf>, s. 68-69.

SHARMA, Shruti, N. S. SANGWAN a Rajender S. SANGWAN, 2003. Developmental process of essential oil glandular trichome collapsing in menthol mint. *Current Science* [online]. **84**(4), 544–550 [vid. 2024-06-14]. Dostupné z: <https://www.jstor.org/stable/24107472>.

SCHILMILLER, Anthony L., LAST, Robert L. a PICHERSKY, Eran. Harnessing plant trichome biochemistry for the production of useful compounds. *The Plant Journal* [online]. 2008, vol. 54, no. 4, s. 702–711. ISSN 0960-7412, 1365-313X. DOI: 10.1111/j.1365-313X.2008.03432.x. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1365-313X.2008.03432.x>.

SCHUURINK, Robert; TISSIER, Alain. Glandular trichomes: micro-organs with model status? *New Phytologist*, [online]. 2020, vol. 225, no. 6, s. 2251–2266 [cit. 9. 3. 2024]. DOI: 10.1111/nph.16283. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/nph.16283>.

SKALICKÝ, Milan; NOVÁK, Jan; ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. Botanika I.: anatomie a morfologie rostlin. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2007. ISBN 978-80-213-1724-6.

ŠÍMA, P. 2018. Kouzelný svět rostlinných trichomů. *Živa* [online]. s. 173. Dostupné z: <https://ziva.avcr.cz/kouzelnny-svet-rostlinnych-trichomu.html> [vid. 2024-06-14].

Tan, J., et al. Trichomes control flower bud shape by linking together young petals. *Nature Plants*, vol. 2, no. 7, June 2016, pp. 1-5. Dostupné z: <https://doi.org/10.1038/nplants.2016.93>.

TATTINI, M.; GRAVANO, E.; PINELLI, P.; MULINACCI, N.; ROMANI, A. Flavonoids accumulate in leaves and glandular trichomes of *Phillyrea latifolia* exposed to excess solar radiation [online]. 2000. *New Phytologist*, vol. 148, no. 1, s. 69–77 [vid. 2024-06-03]. DOI: 10.1046/j.1469-8137.2000.00743.x. Dostupné z: <https://doi.org/10.1046/j.1469-8137.2000.00743.x>.

TIAN, Donglan; PEIFFER, Michelle; DE MORAES, Consuelo M.; FELTON, Gary W. Roles of ethylene and jasmonic acid in systemic induced defense in tomato (*Solanum lycopersicum*) against *Helicoverpa zea*. *Planta* [online]. 2014, vol. 239, no. 3, s. 577–589 [vid. 2024-02-29]. DOI: 10.1007/s00425-013-1997-7. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00425-013-1997-7>

VANHOUTTE, B.; SCHENKELS, L.; CEUSTERS, J.; DE PROFT, M. P. Water and nutrient uptake in Vriesea cultivars: Trichomes vs. Roots. *Environmental and Experimental Botany* [online]. 2017, vol. 136, s. 21–30 [vid. 2024-02-28]. DOI: 10.1016/j.envexpbot.2017.01.003. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2017.01.003>.

Vinter, V. (2004): Atlas anatomie cévnatých rostlin [online]. [cit. 2020-12-17]. Dostupné z: <http://www.botanika.upol.cz/atlas/anatomie/index.html>

VOTRUBOVÁ, Olga. *Anatomie rostlin*. [Praha]: Karolinum, 2017. Učební texty Univerzity Karlovy. ISBN 978-80-246-3247-6.

WAGNER, George J. Secreting Glandular Trichomes: More than Just Hairs. *Plant Physiology* [online]. 1991, vol. 96, no. 3, s. 675–679. ISSN 0032-0889, 1532-2548. DOI: 10.1104/pp.96.3.675. Dostupné z: <https://doi.org/10.1104/pp.96.3.675>.

Wang, X. – Shen, C. – Meng, P. – Tan, G. – Lv, L. (2021): Analysis and review of trichomes in plants, *BMC Plant Biology*, 21(1), s. 1-11 [online]. [cit. 2021-09-25]. Dostupné z: <https://bmcpplantbiol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12870-021-02840-x>

WERKER, E. Trichome diversity and development. In: *Advances in Botanical Research* [online]. B.m.: Elsevier, 2000, s. 1–35 [vid. 2024-03-03]. ISBN 978-0-12-005931-7. Dostupné z: doi:10.1016/S0065-2296(00)31005-9.

YAN, An; PAN, Jianbin; AN, Lizhe; GAN, Yinbo; FENG, Huyuan. The responses of trichome mutants to enhanced ultraviolet-B radiation in *Arabidopsis thaliana*. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology* [online]. 2012, vol. 113, s. 29–35 [vid. 2024-02-29]. DOI: 10.1016/j.jphotobiol.2012.04.011. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2012.04.011>.

ZUZARTE, Mónica R., DINIS, Augusto M., CAVALEIRO, Carlos, SALGUEIRO, Lúcia R. a CANHOTO, Jorge M. Trichomes, essential oils and in vitro propagation of *Lavandula pedunculata* (Lamiaceae). *Industrial Crops and Products* [online]. 2010, vol. 32, no. 3, s. 580–587. ISSN 0926-6690. DOI: 10.1016/j.indcrop.2010.07.010. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2010.07>

SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Papily na korunním lístku violky trojbarevné (*Viola tricolor*), v pohledu na část pokožky a podélném řezu (Zdroj obrázku: Skalický, Novák 2007).

Obrázek 2: Papily korunního plátku violky (Zdroj obrázku: MUNI SCI Oddělení experimentální biologie rostlin. *Viola tricolor* L. / *Violka trojbarevná* [online]. [cit. 2024-06-16]. Dostupné z: <https://www.sci.muni.cz/biol/uloha-4-pletiva-kryci/viola-tricolor-l-violka-trojbarevna>).

Obrázek 3: Skalník celokrajný (*Cotoneaster integerrimus*) (Zdroj obrázku: Mašková 2014).

Obrázek 4: Jednoduchý, nevětvený trichom (Zdroj obrázku: Abdel 2005).

Obrázek 5: Trichom tvaru Y (Zdroj obrázku: Abdel 2005).

Obrázek 6: Hvězdčovitý trichom (Zdroj obrázku: Abdel 2005).

Obrázek 7: Škarda smrdutá (*Crepis foetida*) (Zdroj obrázku: Mašková 2014).

Obrázek 8: Žahavý trichom kopřivy (*Urtica*) (Zdroj obrázku: Ensikat et al. 2021).

Obrázek 9: Morfologické detaily žahavých trichomů (Zdroj obrázku: Ensikat et al. 2021).

Obrázek 10: Žahavé trichomy u kopřivovitých (Zdroj obrázku: vlastní fotografie).

Obrázek 11: Prhloun s žahavými trichomy (Zdroj obrázku: Ensikat et al. 2021).

Obrázek 12: Detail listu konopí se žláznatými trichomy (Zdroj obrázku: What are cannabis trichomes and how do they affect your smoke? V: Dutch Passion [online]. 21. srpna 2020 [cit. 16. června 2024]. Dostupné z: <https://dutch-passion.com/en/blog/what-are-cannabis-trichomes-and-how-do-they-affect-your-smoke-n986>).

Obrázek 13: Snímky z elektronového mikroskopu zachycující tři druhy trichomů u konopí (Zdroj obrázku: Schuurink, Tissier 2020).

Obrázek 14: Žláznaté trichomy lilku černého (*Solanum nigrum*) s koncovými sekrečními buňkami (Zdroj obrázku: Šíma 2018).

Obrázek 15: Tentakule u rosnatky okrouhlolisté (*Drosera rotundifolia*) (Zdroj obrázku: Štěpán, 2009).

Obrázek 16: Nerozvětvený mnohobuněčný fialový trichom protažitky (*Gynura*) (Zdroj obrázku: vlastní fotografie, zvětšeno 100x).

Obrázek 17: Protažitka, *Gynura*, průměr květináče 13 cm, 2022. V: Zazumi [online]. 28.08.2022 [cit. 16. 6. 2024]. Dostupné z: <https://www.zazumi.cz/protazitka-gynura-prumer-kvetinace-13-cm/>.

Obrázek 18: Přiřazování pojmů (Zdroj obrázku: vlastní tvorba).

Obrázek 19: Přiřazování pojmů – klíč (Zdroj obrázku: vlastní tvorba).

Obrázek 20: Křížovka s tajenkou (Zdroj obrázku: vlastní tvorba).

Obrázek 21: Křížovka s tajenkou – klíč se správným řešením (Zdroj obrázku: vlastní tvorba).

Obrázek 22: Edukační karta – rosnatka okrouhlostá (Zdroj obrázku: vlastní tvorba).

Obrázek 23: Edukační karta – čistec vlnatý (Zdroj obrázku: vlastní tvorba).

Obrázek 24: Edukační karta – hrách setý, kukuřice setá (Zdroj obrázku: vlastní tvorba).

Obrázek 25: Edukační karta – protažitka (Zdroj obrázku: vlastní tvorba).

Obrázek 26: Edukační karta – tilandsie provazkovitá (Zdroj obrázku: vlastní tvorba).

Obrázek 27: Edukační karta – kopřiva dvoudomá (Zdroj obrázku: vlastní tvorba).

Obrázek 28: Edukační karta – africká fialka (Zdroj obrázku: vlastní tvorba).

Obrázek 29: Sada pexesa trichomů (Zdroj obrázku: vlastní tvorba).

Obrázek 30: Přední a zadní strana kartiček pexesa (Zdroj obrázku: vlastní tvorba).

Obrázek 31: Skutečné pexeso s trichomy (Zdroj obrázku: vlastní fotografie).

Obrázek 32: Svět rostlinných trichomů: Kdo zvítězí v kvízu?! v internetové aplikaci *Kahoot!* na projektoru. Zdroj: *Kahoot!*, [online], dostupné z: <https://kahoot.com>, [datum přístupu: 14. června 2024].

Obrázek 33: Svět rostlinných trichomů: Kdo zvítězí v kvízu?! v internetové aplikaci *Kahoot!* na mobilním telefonu. Zdroj: *Kahoot!*, [online], dostupné z: <https://kahoot.com>, [datum přístupu: 14. června 2024].

Obrázek 34: Nádrž s paludáriem (Zdroj obrázku: UNS 5E - 2.1 Gallon Ultra Clear Rimless Paludarium, 2022. In: Buce Plant [online]. 28.08.2022 [cit. 16. 6. 2024]. Dostupné z: <https://buceplant.com/products/uns-5e-2-1-gallon-ultra-clear-rimless-paludarium>).

SEZNAM TABULEK

- Tabulka č. 1: Rozdělení trichomů dle počtu buněk – vytvořil autor bakalářské práce podle Plant tissues. Protection. TRICHOMES. In: Atlas of Plant and Animal Histology [online]. 01-08-2022 [cit. 2024-06-17]. Dostupné z: https://mmegias.webs.uvigo.es/02-english/1-vegetal/v-imagenes-grandes/proteccion_tricommas.php.
- Tabulka č. 2: Přehled funkcí trichomů. Upraveno autorkou podle Li et al. 2023, s. 2

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č.1: Mikroskopování trichomů protažitky – pracovní list

Příloha č. 2: Tajenka s trichomy

Příloha č. 3: Edukační karty

Příloha č. 4: Pexeso

Příloha č. 5: Vytvoření vlastního paludária s rosnatkami– záznamový list

Příloha č.1: Mikroskopování trichomů protažitky – pracovní list

PRACOVNÍ LIST – POZOROVÁNÍ TRICHOMŮ PROTAŽITKY

Přírodovědný kroužek	Téma: TRICHOMY
Jméno:	
Datum:	

V pokožce mnoha rostlin se nachází útvary zvané trichomy, zjednodušeně chlupy. Trichomy nabývají mnoha rozmanitých podob, liší se tvarem, délkou a barvou. Velmi důležité jsou jejich funkce, dle kterých lze trichomy rozdělit do těchto skupin: krycí, žahavé, žláznaté, absorpční.

- Krycí trichomy → plní ochrannou funkci pokožky, mohou sloužit k šíření semen a plodů
- Žahavé trichomy → uvolňují pálivé tekutiny
- Žláznaté trichomy → uvolňují vonné nebo lepkavé látky
- Absorpční trichomy → zajišťují příjem látek

Další důležité pojmy:

- Tentakule → složité trichomy vylučující enzymy, které rozkládají těla hmyzu
- Odění → soubor trichomů a emergencí na povrchu rostliny
- Emergence → mnohobuněčné výrůstky, např. trny

Nyní si představíme, jak tyto drobné rostlinné struktury vypadají za použití mikroskopu, jejichž stavbu a detaily bychom mohli pouhým okem přehlédnout – právě ty mohou být stěžejní pro porozumění světa trichomů.

Zde si můžeš zapsat, s jakými rostlinami jsme se dnes seznámili, a jaké typy trichomů měly:

<u>ROSTLINA</u>	<u>TYP TRICHOMŮ</u>

Úkol 1: Vytvořte dočasný rostlinný preparát z listů rostliny protažitky.

Pomůcky a materiál:

- List protažitky
- Potřeby pro mikroskopování
- Mikroskop

Postup: Ze spodní strany listu seškrábni trichomy pomocí žiletky a vlož je do kapky vody na podložním sklíčku. Zhotov dočasný preparát, pod mikroskopem pozoruj a zakresli trichomy. Nezapomeň k nákrese zapsat zvětšení, pod kterým jsi preparát pozoroval/a.

Nákres:

Zvětšení:

Úkol 2

Odpověz na kontrolní otázku:

Čím je způsobené fialové zbarvení trichomu protažitky? Zapiš a zdůvodni svoji odpověď:

Úkol 3: Pokus se odpovědět na kontrolní otázku: Čím je způsobené fialové zbarvení trichomu protažitky? Zapiš a zdůvodni svoji odpověď:

Tentakule

Chrání před nadměrnou ztrátou vody nebo slunečními paprsky

Žláznaté trichomy

Chloupky

Absorpční trichomy

Vylučují vonné oleje
např. u levandule

Krycí trichomy

Struktury paličkovitého tvaru,
nachází se u masožravých rostlin

Trichomy

Kořenové vlášení - nasávací funkce

Emergence

Soubor výrůstků - trichomů
na povrchu celé rostliny

Odění

Mnohobuněčný výrůstek
na povrchu rostliny

Obrázek 18: Přiřazování pojmů.

Příloha č. 2: Tajenka s trichomy

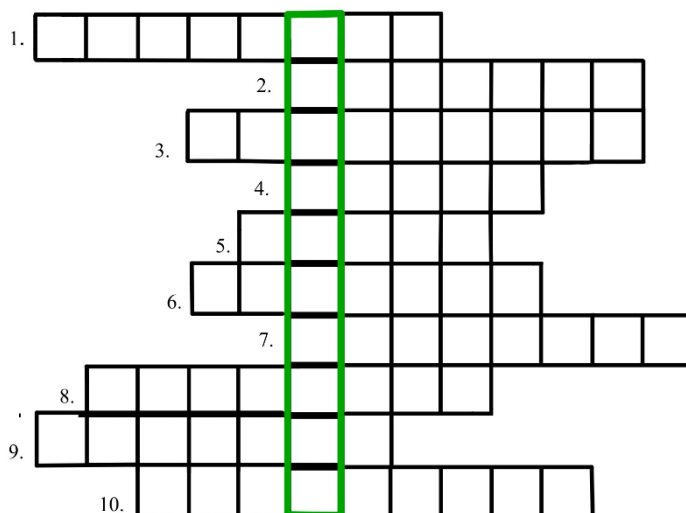
Tajenka s trichomy

Úkol: Odpověz na otázky a odpovědi zapiš do křížovky s tajenkou.

Rostliny rodu vrísea (*Vriesera*) z čeledi broméliovitých (*Bromeliaceae*) patří k rostlinám, které se vyskytují hlavně jako epifyty (rostliny žijící na kmenech ostatních stromů, avšak vyživují se individuálně).

Díky _____ trichomům se takovým rostlinám daří v korunách stromů, kde je příjem vody a živin kořeny omezen.

1. Trichomy lze rozdělit na nežláznaté (non-glandulární) a _____ (glandulární).
2. Některé trichomy mohou být obsahovat různá _____ (například antokyany), díky kterým mohou například lákat hmyz.
3. Rostlina, která pomocí žláznatých trichomů a slizu polapí hmyz, je _____.
4. Soubor výrůstků – trichomů na povrchu celé rostliny se nazývá _____.
5. Tento typ trichomů chrání před nadměrnou ztrátou vody nebo slunečními paprsky: _____ trichomy.
6. Tato rostlina má žahavé trichomy, které při doteku způsobují nepříjemné pálení pokožky, ale může mít i léčivé účinky: _____.
7. Trichomy na lístcích této rostliny přispívají ke specifické vůni a chuti čaje: _____.
8. Trichomy u rostlin plní mnoho funkcí, dle kterých je lze rozdělit do 4 skupin: krycí, žahavé, _____ a absorpční.
9. Žahavé chloupky se nejčastěji vyskytují na nadzemních částech rostlin, tedy na listech a _____.
10. Při kontaktu se vrchol žahavého trichomu zlomí, jelikož je velmi křehký, a to díky látce zvané kyselina _____.



Příloha č. 3: Edukační karty



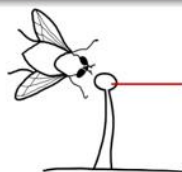
rosnatka
okrouhloolistá

Drosera rotundifolia

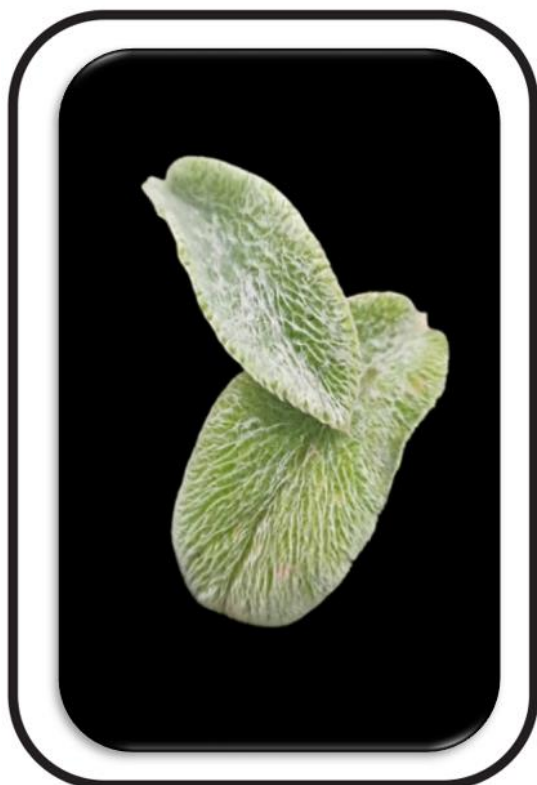
Masožravá rostlina

Typ trichomů: žláznaté – tzv. tentakule

Funkce trichomů: polapení hmyzu
pomocí slizu a rozložení hmyzu
enzymy



hlavička s kulovitou
buňkou produkující
lepkavé a aromatické
látky



čistec vlnatý

Stachys byzantina

Typ trichomů: krycí,
plstnatého vzhledu

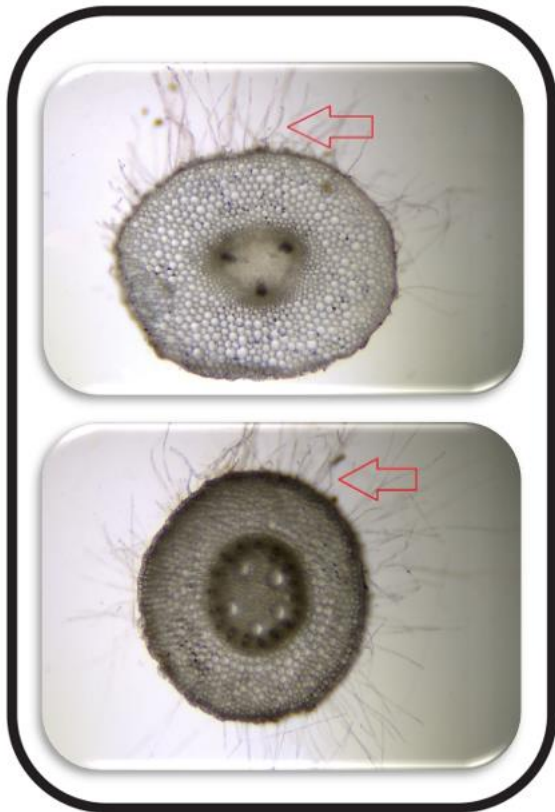
! může mít i žláznaté
trichomy

Funkce trichomů:

→ chrání před
nadměrným
odpařováním vody

→ chrání před
slunečním zářením





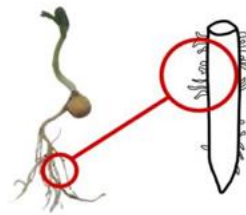
hrách setý (*Pisum sativum*) kukuřice setá (*Zea mays*)

Typ trichomů: absorpční

- jednobuněčné, nemají kutikulu, a jejich stěny jsou tenké

Funkce trichomů:

→ příjem vody a živin



protažitka

Gynura

Typ trichomu: mnohobuněčný krycí trichom

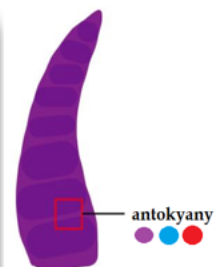
Funkce trichomů: fialové barvivo chrání před UV zářením

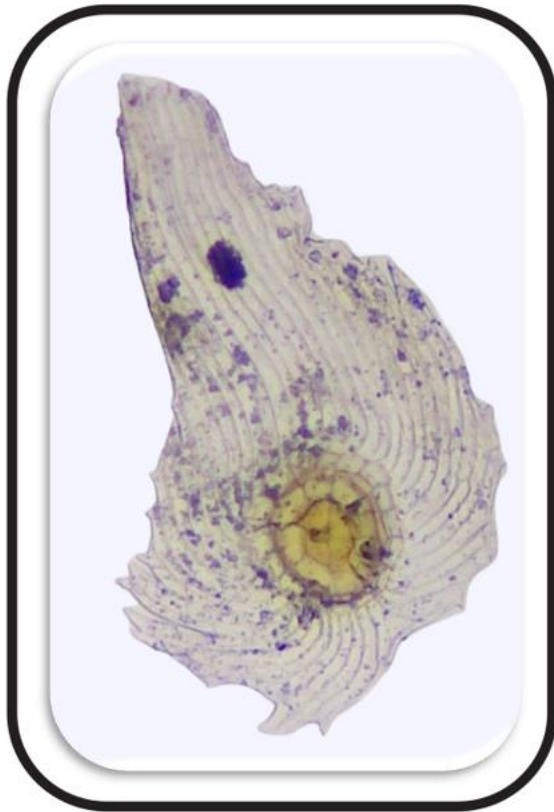
ZVLÁŠTNOST:
fialové trichomy

PŘÍČINA:

ANTOKYANY

- ve vodě rozpustná barviva





tilandsie provazkovitá

Tillandsia usneoides

Typ trichomu: absorpční trichom

Funkce trichomů:

→ příjem vzdušné vlhkosti pro
→ epifytickou rostlinu

Trichomy tillandsie vznikají
odumřením peltátních neboli
štitovitých trichomů

→ dodávají rostlině stříbřitý vzhled



kopřiva dvoudomá

Urtica dioica

Typ trichomu: žahavý trichom

Funkce trichomů:

→ ochrana před býložravci



JAK FUNGUJE ŽAHAVÝ
TRICHOM?

Styk pokožky žahavým trichomem
→ zlomení trichomu → uvolnění
histaminu, acetylcholinu, kyseliny
mravenčí → pálení, svědění,
pupínky a otok pokožky



africká fialka

Saintpaulia

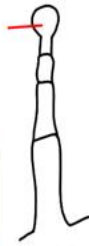
Typ trichomů: krycí a žláznaté trichomy

krycí
trichom



žláznatý
trichom

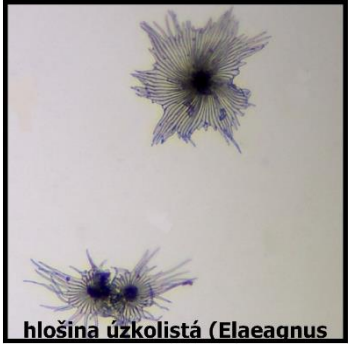


hlavička

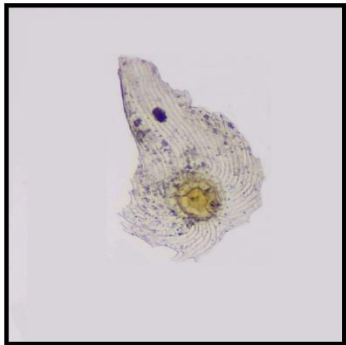
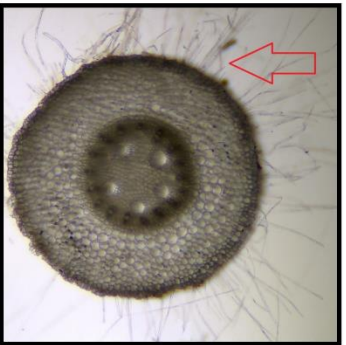



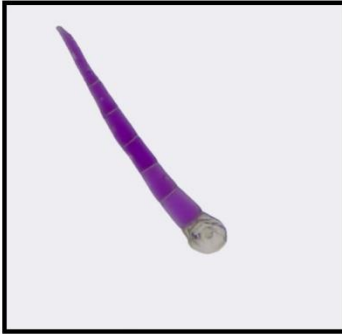
Funkce trichomů:

- ochrana před UV zářením, býložravci; regulace vypařování vody
- lákání opylovačů

Příloha č. 4: Pexeso

 <p>hlošina úzkolistá (<i>Eleaagnus angustifolia</i>)</p>	<p>KRYCÍ MNOHOBUNĚČNÝ PAPRSČITÝ TRICHOM</p>	 <p>hrášek</p>
<p>ABSORPČNÍ TRICHOMY -hrášek setý</p>	 <p>kopřiva (<i>Urtica</i>)</p>	<p>ŽAHAVÝ TRICHOM</p>

 <p>tillandsie</p>	<p>TRICHOM K PŘÍJMU VODY U EPIFYTNÍ ROSTLINY</p>	 <p>kukuřice</p>
<p>ABSORPČNÍ TRICHOMY - kukuřice setá</p>	 <p>lípa (<i>Tillia</i>)</p>	<p>KRYCÍ TRICHOM SVAZČITÉHO VZHLEDU</p>



protažitka (Gynura)

**KRYCÍ TRICHOM
ZBARVENÝ
ANTOKYANY**



koniklec bílý

**HUSTÉ,
HEDVÁBNÉ
KRYCÍ TRICHOMY**



rosnatka (Drosera)

**ŽLÁZNATÝ
(GLANDULÁRNÍ)
TRICHOM**



čistec (Stachys)

**PLSTNATÉ KRYCÍ
TRICHOMY**



africká fialka

**KRYCÍ
MNOHOBUNĚČNÝ
NEROZVĚTVENÝ
TRICHOM**



emergence

**EMERGENCE
(TRNY)**

Příloha č. 5: Vytvoření vlastního paludária s rosnatkami – záznamový list

Ve dvojici si přečtete jednotlivé otázky/kritérium a pokuste se najít nebo vymyslet vlastní odpověď. Můžete pracovat i s využitím internetu.

ZÁZNAMOVÝ LIST PRO SESTAVENÍ PALUDÁRIA S ROSNATKAMI

OTÁZKA/KRITÉRIUM	VAŠE ODPOVĚĎ
Jaký druh substrátu je vhodný do paludária?	
Světelné a vodní podmínky: Pomocí jakého vybavení je zajistíme?	
Ideální teplota paludária	
Vzdušné podmínky paludária	
Je vhodná zálivka a hnojení?	
Navrhni pěkné dekorace do paludária – například kameny, kůru, nebo dekorační předměty	
Jaké další rostliny by se daly v paludáriu s rosnatkami pěstovat?	
Chov živočichů: navrhni vhodné zástupce	