

**UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI**

**PEDAGOGICKÁ FAKULTA**

Katedra biologie



**Bakalářská práce**

Veronika Doláková

**Srovnání regenerační schopnosti vybraných druhů mechů**

Olomouc 2021

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

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala zcela samostatně. Všechny použité literární a internetové zdroje jsem citovala a uvedla do přiloženého seznamu literatury. Rovněž prohlašuji, že tištěná a elektronická verze jsou stejné.

V Olomouci dne .....

---

Veronika Doláková

Ráda bych tady vyjádřila své poděkování, a to v první řadě hlavně mé vedoucí práce RNDr. Olze Ševčíkové, Ph.D. za její čas, cenné rady, odborné vedení a celkově moc pěkný přístup ke všemu, co jsme spolu řešily ohledně této práce. Dále svým rodičům, kteří mě naučili lásce a obdivu přírody a bez nichž bych tuto práci nikdy ani nezačala psát. Celé mé rodině a příteli bych chtěla poděkovat, že mě podporovali a měli se mnou trpělivost a nervy, když já už je neměla.

## ANOTACE

<b>Jméno a příjmení:</b>	Veronika Doláková
<b>Katedra:</b>	Biologie
<b>Vedoucí práce:</b>	RNDr. Olga Ševčíková, Ph.D
<b>Rok obhajoby:</b>	2021

<b>Název práce:</b>	Srovnání regenerační schopnosti vybraných druhů mechů
<b>Název v angličtině:</b>	The comparison of regenerating ability of selected species of mosses
<b>Anotace práce:</b>	<p>Tato práce se zabývá srovnáním regeneračních schopností vybraných druhů mechů, jimiž jsou bezvláska vlnkatá (<i>Atrichum undulatum</i> (Hedw.) P. Beauv.), ploník ztenčený (<i>Polytrichum formosum</i> Hedw.) a meřík příbuzný (<i>Plagiomnium affine</i> (Blandow) T. J. Kop.). V teoretické části jsou popsány obecně mechy, jejich zařazení, způsob rozmnožování a problematika jejich regenerace. Následně jsou podrobněji přiblíženy konkrétní sledované druhy. Praktická část je zaměřena na pozorování regenerace jejich fragmentů. Obsahuje i fotografie regenerujících částí. Výsledky z jednotlivých pozorování jsou pak porovnávány mezi vybranými druhy a v různých částech roku.</p>
<b>Klíčová slova:</b>	mech, regenerace, fragment, kauloid, fyloid, pupen, protonema
<b>Anotace práce v angličtině:</b>	This bachelor thesis covers the comparison between chosen types of mosses, specifically <i>Atrichum undulatum</i> (Hedw.) P.

	<p>Beauv, <i>Polytrichum formosum</i> (Hedw.) and <i>Plagiomnium affine</i> (Blandow) T. J. Kop. In the theoretical part the mosses are described firstly in general, then by their classification and lastly by propagation and the problematics of regeneration. Then specific mosses are looked at more closely. The practical part is focused on the observation of fragment regeneration and includes pictures of the regenerating parts. The result of each observation is then compared with chosen types of moss and in different seasons of the year.</p>
<b>Klíčová slova v angličtině:</b>	moss, regeneration, fragment, stem, leaf, bud, protonema
<b>Rozsah práce:</b>	61
<b>Jazyk práce</b>	Čeština

# Obsah

Úvod .....	8
Cíle práce.....	9
1 Mechy ( <i>Bryophyta</i> ).....	10
1.1 Zařazení .....	10
1.2 Popis.....	10
1.3 Pohlavní rozmnožování .....	11
1.4 Nepohlavní rozmnožování .....	11
1.5 Regenerace .....	14
1.5.1 Regenerační experimenty s mechy .....	16
1.6 Ploníkotvaré ( <i>Polytrichales</i> M. Fleisch.) .....	16
1.6.1 Bezláska vlnkatá ( <i>Atrichum undulatum</i> (Hedw.) P. Beauv. ).....	17
1.6.2 Ploník ztenčený ( <i>Polytrichum formosum</i> Hedw.).....	18
1.7 Měříkovité ( <i>Mniaceae</i> Schwägr.) .....	19
1.7.1 Měřík příbuzný ( <i>Plagiomnium affine</i> (Blandow) T. J. Kop.).....	20
2 Metodika.....	21
2.1 Sběr vzorků .....	21
2.2 Příprava vzorků.....	21
2.2.1 Příprava celých fyloidů.....	22
2.2.2 Příprava fragmentů fyloidů.....	22
2.2.3 Příprava fragmentů kauloidů .....	22
2.2.4 Příprava fragmentů štětů a tobolek .....	23
2.3 Kontrola regenerace .....	23
3 Výsledky .....	25
3.1 Regenerace měříku příbuzného ( <i>Plagiomnium affine</i> (Blandow) T. J. Kop.) .....	25
3.1.1 Průběh regenerace v období 1. 6. 2020 – 13. 7. 2020 .....	25

3.1.2	Průběh regenerace v období 18. 8. 2020 – 29. 9. 2020 .....	28
3.1.3	Průběh regenerace v období 3. 10. 2020 – 14. 11. 2020 .....	29
3.1.4	Průběh regenerace v období 26. 2. 2021 – 9. 4. 2021 .....	30
3.1.5	Průběh regenerace v období 22. 3. 2021 – 3. 5. 2021 .....	31
3.2	Regenerace bezvlásky vlnkaté ( <i>Atrichum undulatum</i> (Hedw.) P. Beauv.).....	33
3.2.1	Průběh regenerace v období 1. 6. 2020 – 13. 7. 2020 .....	33
3.2.2	Průběh regenerace v období 18. 8. 2020 – 29. 9. 2020 .....	36
3.2.3	Průběh regenerace v období 3. 10. 2020 – 14. 11. 2020 .....	36
3.2.4	Průběh regenerace v období 26. 2. 2021 – 9. 4. 2021 .....	37
3.2.5	Průběh regenerace v období 22. 3. 2021 – 3. 5. 2021 .....	38
3.3	Regenerace ploníku ztenčeného ( <i>Polytrichum formosum</i> Hedw.).....	40
3.3.1	Průběh regenerace v období 1. 6. 2020 – 13. 7. 2020 .....	40
3.3.2	Průběh regenerace v období 18. 8. 2020 – 29. 9. 2020 .....	43
3.3.3	Průběh regenerace v období 3. 10. 2020 – 14. 11. 2020 .....	43
3.3.4	Průběh regenerace v období 26. 2. 2021 – 9. 4. 2021 .....	44
3.3.5	Průběh regenerace v období 22. 3. 2021 – 3. 5. 2021 .....	45
4	Shrnutí výsledků a diskuse .....	47
4.1	Měřík příbuzný ( <i>Plagiomnium affine</i> (Blandow) T. J. Kop.) .....	47
4.2	Bezvláska vlnkatá ( <i>Atrichum undulatum</i> (Hedw.) P. Beauv.).....	48
4.3	Ploník ztenčený ( <i>Polytrichum formosum</i> Hedw.).....	50
4.4	Srovnání regenerace zkoumaných druhů mechů .....	51
5	Závěr.....	55
6	Seznam použité literatury .....	57
7	Seznam zdrojů obrázků .....	61

## Úvod

Mechy jsou často velice opomíjenou a podceňovanou skupinou. Přesto když se pozorný člověk zaměří na své okolí, pak je docela jisté, že venku téměř všude nalezne nějakého suchozemského zástupce. Byly na Zemi už v době, kdy se tu procházeli dinosauři a za celé své trvání nezměnili svou velikost ani strategii růstu (Hradílek, 2012). Jak to tedy, že jsou takto úspěšní? Jedním z důvodů je dobrá strategie pro rozmnožování. Umějí se rozmnožovat pohlavně, ale i vegetativně, a to poměrně dobře. Používají k tomu různá speciální tělíska, ale mohou zregenerovat i z fragmentů fyloidů, kauloidů či dokonce štětů a tobolek. Za vhodných podmínek jsou tyto malé rostlinky schopny celistvě pokrývat rozsáhlé plochy a všechny mohou mít stejnou genetickou informaci čili být vlastně klony jedné jediné původní mateřské rostlinky. Jsou to také poměrně odolné organismy. Zvládnou přežít extrémní podmínky ať už sucha či mrazu. Gloser (2008) jim dokonce přisuzuje že v Antarktidě mají nejvyšší schopnost produkce biomasy. Dále například mech, který byl od malé doby ledové uvězněn v ledovci, začal po uvolnění z ledovce vlivem tání po 400 letech znovu růst (La Farge et al., 2013) a to není jediný případ. Dalším příkladem může být pokus s rourkatcem obecným (*Syntrichia ruralis* Hedw.), který popisuje Plášek (2005). V suchém stavu tento mech dokázal přečkat teplotu -196 °C, hned následně 100 °C, a to bez projevu poškození.

Heald (1898) byl jedním z prvních, který shrnul dosavadní poznatky o regeneraci mechů a mimo jiné sám pozoroval tuto schopnost třeba u ploníku obecného (*Polytrichum commune* Hedw.) nebo bezvlásky vlnkaté (*Atrichum undulatum* (Hedw.) P. Beauv.). U některých druhů mechů je vývoj sporofytu velmi vzácný ba dokonce v některých případech nebyl ani sporofyt nikdy zaznamenán. Tyto druhy se pak tedy rozmnožují pouze vegetativně. Příkladem, který uvádí Gemmell (1953) může být třeba pározub srdčitý (*Barbula cordata* Jur.). Dále čeled' děrkavkovité (*Grimmiaceae* Arn.) nebo čeled' prutníkovité (*Bryaceae* Schwägr.) má u některých druhů vzácné nebo dokonce neznámé sporofyty (Kučera, 2014, 2017). U některých mechů, příkladem je třeba prutník dvoubarevný (*Bryum dichotomum* Hedw.), se střídá pohlavní a nepohlavní rozmnožování (During, 1979). Nepohlavní rozmnožování má u mechů tedy velmi důležitou roli.



## Cíle práce

Hlavním cílem práce bylo zjistit regenerační schopnost tří mechů: bezvlásky vlnkaté (*Atrichum undulatum* (Hedw.) P. Beauv.), ploníku ztenčeného (*Polytrichum formosum* Hedw.) a měříku příbuzného (*Plagiomnium affine* (Blandow) T. J. Kop.). K dosažení hlavního cíle byly vymezené dílčí cíle:

1. soustředit literární poznatky o mechorostech a jejich způsobech rozmnožování se zaměřením na nepohlavní rozmnožování a regeneraci
2. porovnat schopnost a rychlost regenerace různých částí stélky vybraných druhů mechů (kauloidy, fyloidy, štěty, tobolky)
3. zjistit, zda se liší schopnost a rychlost regenerace vybraných druhů mechů v různých ročních obdobích

# 1 Mechy (*Bryophyta*)

Přestože jsou mechy většinou velmi nenápadné, jsou všudypřítomné a až na výjimky cíleně nepěstované rostliny. Můžeme je tedy najít téměř ve všech biotopech s výjimkou moří. Zemi obývají již od prvohor a od té doby v podstatě nezměnily svou podobu. (Gemmell, 1953; Hradílek, 2012; Plášek, 2005)

## 1.1 Zařazení

Mechy neboli *Bryophyta* Schimp. řadíme spolu s játrovkami (*Marchantiophyta*) a hlevíky (*Anthoceroophyta*) do mechorostů (*Bryophytae*), ve které jsou nejpočetnější skupinou. Hradílek (2012) dále uvádí, že se dříve označovaly za tajnosnubné. Patří totiž mezi rostliny výtrusné, neboť se rozmnožují právě pomocí výtrusů (Balabán, 1960). Řadí se do podříše vyšších rostlin (Kubešová et al., 2009). Zástupce mechů popisuje Váňa (2006a) jako nejprimitivnější suchozemské organismy, u nichž převládá gametofyt nad sporofytem. Zároveň je pravděpodobný jejich monofyletický původ.

Dnes je jich celkově známo přes 10 tisíc druhů (Váňa, 2006a). Mechy jsou důležité kvůli druhové bohatosti, pokrývají mnohá stanoviště (pionýrské druhy), ale hlavně pro funkci ekosystému (zadržování vody, ochrana proti erozi, útočiště pro jiné organismy). Jednu z nejvýznamnějších rolí z mechů hraje rod rašelíníku (*Sphagnum* L.), který tvoří rašeliniště, ve kterých je mimo jiné zadržováno obrovské množství uhlíku (Rydin, 2008). Rašelina je pak lidstvem využívána mimo jiné jako palivo či hnojivo.

## 1.2 Popis

Tělo mechů tvoří stélka (*thallus*), jejíž jednotlivé části popisují Váňa (2006a) a Plášek (2005) následovně. Mechy jsou přichycené k substrátu pomocí mnohobuněčných přichytných vláken (rhizoidů). Jen velmi výjimečně mohou rhizoidy vést vodu. Lístky (fyloidy) mohou nabývat různých tvarů. Nejčastěji jsou na lodyžce (kauloиду) rozmístěny ve šroubovici. Jsou většinou jednovrstevné, avšak středem lístku probíhá několikavrstevný svazek vodivého pletiva, který je u některých druhů dobře pozorovatelný a nazývá se střední žebro. U některých druhů se mohou lišit lístky bazální od lístků výše na lodyžkách (Váňa, 2006b).

Mechy Hradílek (2012) popisuje jako nenápadné rostlinky, které mohou mít velikost od několika milimetrů až do několika decimetrů. Patří mezi zelené rostliny, které ve svých plastidech obsahují chlorofyl a, chlorofyl b a dále buňky obsahují beta karoten a xantofyly. Assimilačním produktem je škrob. Na rozdíl od cévnatých rostlin mechy nemají pravá vodivá

pletiva, jen jednoduchá, která nejsou lignifikovaná. Tyto primitivní vodivá pletiva najdeme u některých druhů, například u rodu ploníku (*Polytrichum* Hedw.) ve středu kauloidu, fyloidech a někdy i štětech. Plášek (2005) píše, že růst rostlinky zajišťuje jedna apikální buňka. (Váňa, 2006a; Váňa, 2006b)

### 1.3 Pohlavní rozmnožování

Pohlavní rozmnožování je jedním z nejvýznamnějších rysů historie života jak v živočišné, tak v rostlinné říši, avšak u většiny mechů hraje jen malou roli (During, 1979). Při sexuální reprodukci dochází ke kombinaci genetických informací, což způsobuje vyšší genetickou rozmanitost a výskyt různých genetických typů, které se třeba umí lépe přizpůsobit měnícím se ekologickým podmínkám (Frey & Kürchner, 2011). U mechů se setkáváme s heterofázickou rodozměnou čili střídání pohlavní (gametofyt) a nepohlavní generace (sporofyt). Zároveň je tato rodozměna heteromorfní, neboť se tyto dvě generace morfologicky liší (Plášek, 2005).

V plodném období vyrůstá na gametofytu sporofyt, který je tvořen štětem a tobolkou. Sporofyt je většinou plně závislý na gametofytu. V některých případech však může být mladý sporofyt zelený, a tak schopný asimilace, která mu dodává malou soběstačnost. Štět nese tobolku, ve které se tvoří archeospor, který meiózou produkuje haploidní spory. Jakmile je spora zralá, vypadává z již otevřené tobolky a začíná tak fáze gametofytu. Z výtrusu vyklíčí protonema, které je většinou vláknité, ale může být i lupenité. Na něm vyrůstají samčí i samičí rostlinky. Protonema pak následně obvykle zaniká. Na gametoforu se vytváří gametangia, samčí pelatky a samičí anteridia. Pelatky uvolňují spermatozoidy, které se ve vodním prostředí pomocí bičíků dostanou k anteridiím a následně až k vajíčku v anteridiu. Dojde k jejich splynutí, a tak vzniku zygoty. Ta následně vyroste ve sporofyt a cyklus se tedy uzavírá. (Plášek, 2005; Váňa, 2006a; Pilous, 1948)

Pohlavní rozmnožování je geneticky výhodné kvůli kombinování genů. Populace se také může pomocí lehkých spor například skrze anemochorii rozšířit na vzdálenější místo. Spory mají většinou delší životaschopnost a dokážou přežít i nepříznivé podmínky (Plášek, 2005). Zajímavostí je, že podle Duringa (1979) je u prchavých a ročních druhů vynaložené vyšší reprodukční úsilí na sporofyt než u druhů trvalých.

### 1.4 Nepohlavní rozmnožování

Funkcí gametofytu je tvorba pohlavních orgánů a následná výživa sporofytu. Gametofyt však může tvořit i nepohlavní rozmnožovací diaspory (Plášek, 2005). Mezi vegetativní diaspory

se řadí specializované větévky, odpadavé části kauloidu, odpadavé fyloidy nebo jejich části, gemy a hlízky (Váňa, 2006a).

Přestože se zdá, že je pohlavní rozmnožování běžné a výhodnější, u některých druhů mechů nebyl sporofyt dosud nikdy zpozorován nebo je velmi vzácný (Plášek, 2005; During, 1979). Například ve Velké Británii nejsou u 19 % mechů sporofyty známe (Longton, 1992). Celosvětově je pak asi u 4 % mechů sporofyt neznámý (Frey & Kürchner, 2011). Gemmell (1953) tento fakt také zmiňuje a jako příklad uvádí pározub srdčitý (*Barbula cordata* Jur.), který je rozšířen v celé Evropě, Kavkazu a tvoří husté trsy, které mohou pokrývat i větší plochu. Nepohlavní rozmnožování je pak u těchto druhů pravděpodobně jedinou metodou reprodukce a důvodem jejich rozšíření (Chopra & Kumra, 2005; Giordano et al., 1996). During (1979) zmiňuje poznatek, kdy u druhu *Grimmia laevigata* Brid., klíčení ze spór téměř neprobíhá, přestože jich produkují velké množství. Naopak nové rostlinky velmi snadno a hojně rostou z oddělených fragmentů listů a lodyžek. Dále Smith (2004) uvádí příklad měříku hvězdovitého (*Mnium stellare* Hedw.), jenž je dvoudomý mech, který je v Evropě velmi rozšířený, a přesto u něj vzniká sporofyt jen velmi vzácně. U většiny skupin mechorostů hraje tedy pohlavní rozmnožování v celém procesu rozmnožování jen malou roli, a naopak nepohlavní rozmnožování je u nich zásadní (During, 1979; Frey & Kürchner, 2011).

Důvody, proč u některých mechů neprobíhá pohlavní reprodukce, mohou být různé. Více než polovina mechů je dvoudomá, může tedy nastávat problém v nedostatečné blízkosti dvou jedinců opačného pohlaví (Váňa, 2006b; Frey & Kürchner, 2011). Některé druhy žijí třeba i na různých kontinentech, kde je zaznamenán výskyt buď jen samčí anebo jen samičí populace (Frey & Kürchner, 2011). Další příčinou může být znečištění prostředí (Greven, 1992). Stark (2001) také dodává, že i když dojde ke splynutí pohlavních buněk, může dojít z nedostatku vlhkosti k vysušení zárodku, a tak jeho ztrátě. Oproti tomu podle Váni (2006a) a Goffineta & Shaw (2008) je právě jednou z výhod nepohlavního rozmnožování, že může probíhat i v suchém období.

Spousta druhů mechů má poměrně výraznou korelaci mezi pohlavním a nepohlavním rozmnožováním. U některých druhů jako je třeba prutník dvoubarevný (*Bryum dichotomum* Hedw.) nebo prutník stříbřitý (*Bryum argenteum* Hedw.) přestává po vytvoření sporofytu produkce gem a hlíz. Zároveň je ale i mnoho druhů u nichž pohlavní a nepohlavní rozmnožování probíhá současně a nejsou navzájem nijak ovlivňovány. (During, 1979)

V klasifikaci nepohlavního rozmnožování panují rozpory. Frey & Kürchner (2011) třeba rozdělili nepohlavní rozmnožování na tři druhy. Prvním je regenerace ze specializovaných lístkových orgánů (fyloidy, výhonky, větvičky, bulby) a specializovaných propagul (gemy a hlízky). Druhým je regenerace z nesespecializovaných fragmentů rostlinky (mechanická fragmentace stélky). Posledním je klonální reprodukce, o které se dlouho nevědělo. Tato poslední reprodukce je považována za klíčový mechanismus pro kolonizaci a udržení stanovišť druhů, které se takto rozmnožují. Dochází k ní u většinou trvalých protonemat, která vytvářejí více pupenů, nebo z rozpadu starších částí gametofytu.

K nepohlavní reprodukci dochází většinou u mladších rostlinek, než jsou vyspělé k pohlavnímu rozmnožování. Počet nepohlavních diaspor je také obvykle menší než počet pohlavních spor, a tak je jejich vytváření méně energeticky náročné. (During, 1979) Gemy se vytvářejí na různých částech gametofytu a liší se tvarem a velikostí. Nejčastěji vyrůstají v podpaždí fyloidů, což je běžné například u rodu paprutka (*Pohlia* Hedw.) (Hugonnot & Celle, 2012). Jakmile je gema utvořena, odpadá, a většinou se přichytí někde poblíž mateřské rostlinky, což ji vlastně zajišťuje ideální prostředí pro růst. Hlízky vznikají na rhizoidech či protonematech a nový jedinec tak rovněž zůstává poblíž mateřské rostliny. Vegetativní částice slouží tedy většinou ke zvětšení populace na jednom místě. (Longton, 1992; Goffinet & Shaw, 2008)

Většina autorů píše, že nepohlavní mechové propagule jsou těžší než spory, a proto se nerozšiřují na větší vzdálenost (Frey & Kürchner, 2011). To však nemusí být pravidlem. Záleží na velikosti diaspor a přírodních podmínkách při jejich šíření. K přenášení propagulí se může zapříčinit vícero faktorů, potažmo zvířat. Například Rudolphi (2009) píše, že se na rozšiřování gem podílí mravenci. K přenosu mohou být nápomocní i jiní bezobratlí. Z obratlovců jsou pak nejčastějšími přenašeči ptáci, kteří si z mechů stavějí svá hnízda (Glime, 2017), ovce (Pauliuk et al., 2011), lesní zvěř, ale i člověk a jeho stroje. Dále třeba Parsons et al. (2007) našli v trusu kaloňů listové výhonky mechů, které byly stále životaschopné. Boedeltje et al. (2019) dospěli ve svém experimentu k tomu, že hydrochorní šíření hraje také významnou roli u některých druhů mechů, příkladem může být třeba baňatka obecná (*Brachytrecium rutabulum* (Hedw.) Schimp.) nebo měřík příbuzný (*Plagiomnium affine* (Blandow) T. J. Kop.). Takto šířené fragmenty si udržují schopnost regenerace i po mnoha týdnech strávených ve vodě.

## 1.5 Regenerace

Jednou z definic regenerace je podle Chopra & Kumra (2005) obnovení tkáně nebo orgánů, které byly odstraněny nebo poškozeny, ale může to také znamenat schopnost orgánu, tkáně nebo i jedné buňky dát vznik celému novému organismu. Bopp (1983) pro regeneraci mechů použil definici od Stangeho (1965), která popisuje regeneraci tak, že se buňky gametofytu, popřípadě sporofytu diferencují do embryonálního stádia, které může být základem nové gametofytické rostlinky.

Vysoká schopnost regenerace může být u mechů brána jako primitivní evoluční znak, který se během evoluce ke složitějším vyšším suchozemským rostlinám ztrácí. Tato schopnost jim však umožňuje přežít i velmi nepříznivé podmínky, jako třeba výraznou změnu životního prostředí. (Bopp, 1983)

Regenerační schopnost mají za vhodných podmínek prakticky všechny části gametofytu a sporofytu (Heald, 1898; Meyer, 1942; Chopra & Kumra, 2005; Váňa 2006a). Pravděpodobnost regenerace však většinou klesá se stářím fragmentu rostlinky (Gemmell, 1953). Tvorba protonemat a pupenů z fyloidů je zaznamenána u velkého množství mechů (Giordano et al., 1996). Často se na pokusy využívají mechy z čeledi ploníkovité (*Polytrichaceae* Schwägr) nebo měříkovité (*Mniaceae* Schwägr), pravděpodobně kvůli své dobře diferencované stélce. Regenerace je většinou vyvolána oddělením buňky nebo části tkáně od meristému nebo apikálních buněk (Heald, 1898; Bopp, 1983; Giordano et al., 1996). Pouhé poškození například fyloidu, který je stále připevněn ke kauloidu, u většiny druhů mechů regeneraci nevyvolává (Heald, 1898; Bopp, 1983; Giordano et al., 1996). Vždy však existují výjimky, a tak u některých druhů byla regenerace pozorována také z připojených listů (Gemmell, 1953).

První znaky regenerace jsou většinou vláknité struktury (Heald, 1898) tvořené jednou jedinou buňkou, což je označováno za protonema (Bopp, 1983). Vzhled protonemat může při experimentech ovlivňovat médium, na kterém jsou fragmenty kultivovány (Giordano et al., 1996). Po vyklíčení se objeví silně polární struktura s pozitivně fototropním chloronematem a negativně fototropním rhizoidem. Takto to většinou už zůstává po celou dobu růstu, pokud nedojde k chemickému ošetření, které může polaritu narušit (Bopp, 1983).

Místo regenerace může u některých druhů souviset s konkrétní anatomií fyloidu (Heald, 1898). Například u fyloidu bokoplodky kostřbaté (*Pleurochaete squarrosa* Lindb.) nebo bezvlásky vlnkaté (*Atrichum undulatum* (Hedw.) P. Beauv.) se tvoří protonemata a pupeny

pouze z buněk při špičce, nebo z buněk mezi lamelami a žebry (Giordano et al., 1996). Dalším druhem je třeba tučnolistek (*Aloina* Kindb.) u kterého se tvoří protonemata pouze v blízkosti středního žebra (Goode et al., 1994). U některých mechů, jako je například ploník obecný (*Polytrichum commune* Hedw.), se pupeny tvoří jen na adaxiální straně (Heald, 1898) a v případě u bezvlásky vlnkaté (*Atrichum undulatum* (Hedw.) P. Beauv.) bylo dokonce prokázáno v experimentu, že pokud se na médium položí fyloid adaxiální stranou směrem dolů, je menší pravděpodobnost k vytvoření pupenů (Gemmell, 1953). Na druhou stranu u měříku hvězdovitého (*Mnium stellare* Hedw.) přisuzují Hugonnot & Celle (2012) schopnost regenerace téměř každé buňce fyloidu a pupeny se mohou tvořit z obou stran nebo dokonce i na síti protonemat mimo fragment fyloidu.

Bopp (1983) popisuje při regeneraci fyloidu ploníku (*Polytrichum* Hedw.) 3 hlavní procesy. Prvním je syntéza proteinů, druhým je RNA syntéza a posledním je DNA syntéza. Tyto procesy dosahují svého maxima v průběhu prvních 48 hodin od oddělení. Za následující 3 dny je již možné pozorovat buňky dělení v buněčném výčnělku.

Meyer (1942) popisuje ve svém experimentu s měchýřočepkou hruškovitou (*Physcomitrium turbinatum* (Michx.) Brid.), že regenerace probíhá za příznivých podmínek i ze sporofytu. Ten však musí být mladý a zelený. Popisuje, že z fragmentů štětů se pupeny tvoří na konci řezu, tedy nikdy z epidermálních buněk.

Hornschuh et al. (2006) zkoumal vliv symbiotických bakterií na regeneraci a zjistil, že fytohormony, které bakterie vylučují, mohou regeneraci příznivě ovlivnit třeba urychlením procesu.

Regenerace může proběhnout i z jedné buňky. Gay (1976) provedl experimentální pokus s ploníkem jalovcovým (*Polytrichum juniperinum* Willd.). Z listnatých gametofytů získal buňky, které zbavil pomocí sacharózy buněčné stěny. Dále tyto protoplasty udržoval na živném minerálním médiu ve 24 °C pod neustálým světlem. Buňky si začaly tvořit novou buněčnou stěnu, dělily se, shlukovaly, vytvořily protonemata a po měsíci se na nich objevila již mladá rostlinka. Podobný pokus provedli i Li et al. (2005) s bezvláskou vlnkatou (*Atrichum undulatum* (Hedw.) P. Beauv.).

Schopnost regenerace je pro mechy tedy velice důležitá. Člověk ji může také využít, a to třeba k zakládání nových rašelinišť, která během posledních let právě vlivem člověka mizí. V posledních letech tedy probíhají pokusy k obnově rašelinišť, při nichž je právě mimo jiné využívána vysoká schopnost regenerace mechů. (Gunnarsson & Söderstöm, 2007)

### 1.5.1 Regenerační experimenty s mechy

Pokud mají být prováděny experimentální pokusy, musejí být dodrženy vhodné podmínky, mezi něž patří správná intenzita světla, délka dne, teplota a vlhkost. Důležitý je ovšem i podkladový substrát, jeho složení, pH a forma. Anorganická média jsou nejvhodnější pro mechy jakožto autotrofní organismy. Samotná voda podporuje rychlejší růst rhizoidů a více pupenů, což může být způsobeno stresem způsobeným nedostatkem živin. Přidáním různých látek jako třeba sacharóza nebo glukóza do médií je možno nahradit světlo nebo tak více stimulovat vývoj. Nejvhodnější na experimenty je tuhé médium s přidaným agarem, popřípadě s přidaným dřevěným uhlím, aby se více napodobily „přírodní podmínky“. Teplota a intenzita světla může významně ovlivnit klíčení. Avšak některé mechy, jako například bezvláska vlnkatá (*Atrichum undulatum* (Hedw.) P. Beauv.) nebo ploník obecný (*Polytrichum commune* Hedw.), mohou klíčit i v naprosté tmě. (Heald, 1898; Bopp, 1983, Giordano et al., 1996; Chopra & Kumra, 2005)

### 1.6 Ploníkotvaré (*Polytrichales* M. Fleisch.)

Jsou řazeny do třídy *Polytrichopsida* Doweld, která obsahuje čeleď ploníkovité (*Polytrichaceae* Schwägr). Dříve, jak třeba uvádí Balabán (1960) ve své knize, spadaly rody z této čeledi do řádu prutníkotvaré (*Bryales*) spolu s čeledí měříkovité (*Mniaceae* Schwägr). Najdeme v ní 200-370 druhů ve 23 rodech. Zástupci této třídy jsou v České republice velmi hojně rozšířeni a většina z nich je i dobře poznatelná, díky svému většinou poměrně mohutnému vzrůstu. Proto se například rod ploník (*Polytrichum* Hedw.) často vyskytuje v učebnicích přírodopisu jako vzorový příklad mechů. Řadí se zde i největší suchozemský mech *Dawsonia superba* Grev., který může dorůst až 80 cm. (Váňa, 2006b; Plášek, 2005; Kalina a Váňa, 2005)

Zástupci dosahují obvykle několika desítek cm, ale jsou zde i menší zástupci. Protonema bývá zpravidla vláknité a diferencované na kaulonema a rhizoidy. Některé rody jako například ploníček (*Pogonatum* P. Beauv.) mají protonemata vytrvalé až několik let, většinou však bývá rychle pomíjivé. Thallus se tvoří z horizontálních větvených rhizomů s četnými rhizoidy. Rostlinky jsou většinou sytě zelené až tmavozelené a vytváří skupenství rozsáhlých polštářů. (Váňa, 2006b)

Kauloid je přímý, tuhý, může být i větvený. Povrch je chráněn krycí epidermis. Při bázi je kauloid lysý nebo na něm vyrůstají redukované šupinovitě fylloidy. Výše nese tuhé žebernaté fylloidy, které jsou uspořádány v 6-8 řadách (Váňa, 2006b; Plášek, 2005)



Fyloidy jsou kopinatého, jazykovitého či šídlovitého tvaru. Bývají různě zakřivené či vehnuté. Okraje jsou často pilovité, ale mohou být i celokrajné. V suchých podmínkách přiléhají ke kauloidu nebo se zkroutí. Jejich báze je žlutavá a většinou pošvatě objímá kauloid. Fyloidem probíhá žebro, které je často mohutné a zabírá tak skoro celou plochu listu. Někdy žebro vybíhá, ale obvykle končí ve špičce fyloidu. Ventrální povrch žebra nese podélně probíhající jednovrstevné lamely, které obsahují množství chloroplastů a zvětšují tak plochu listu pro asimilaci. V některých případech mohou koncové lamely pomoci k identifikaci konkrétních druhů mechů, protože mají specifický tvar. Lamely jsou dobře pozorovatelné a mohou mít různý počet, od několika až po 40. Bazální část fyloidu lamely ještě nemá, tvoří se až dále (Váňa, 2006b; Plášek, 2005; Kalina a Váňa., 2005)

Kauloidem, fyloidy a často i štětem vedou speciální protáhlé buňky hydroidy a leptoidy, což jsou primitivní „napodobeniny“ cévních svazků cévnatých rostlin. Ty napomáhají vedení vody a asimilátů, proto jsou rostlinky dobře zásobeny vodou a mohou tak nabývat robustnějších rozměrů. (Plášek, 2005; Váňa, 2006b)

Většina zástupců je dvoudomých. V plodném období vyrůstá na pevném dlouhém štětu tobolka, která je v mládí zelená, a tak schopná asimilace. Postupem času však hnědne a ztrácí tak schopnost fotosyntézy. Tobolka je přímá, nebo se naklání až do horizontální polohy. Nejčastěji bývá čtyřhranná, ale najdeme zástupce s válcovitou nebo jinak čtne hrannou tobolkou. Tobolka je kryta čepičkou. Otevírá se víčkem. Uvnitř má střední sloupek, který vytváří epifragmu, jež může uzavírat ústí tobolky. Peristom je tvořen mnohobuněčnými zuby. (Váňa, 2006b; Plášek, 2005; Kalina a Váňa, 2005)

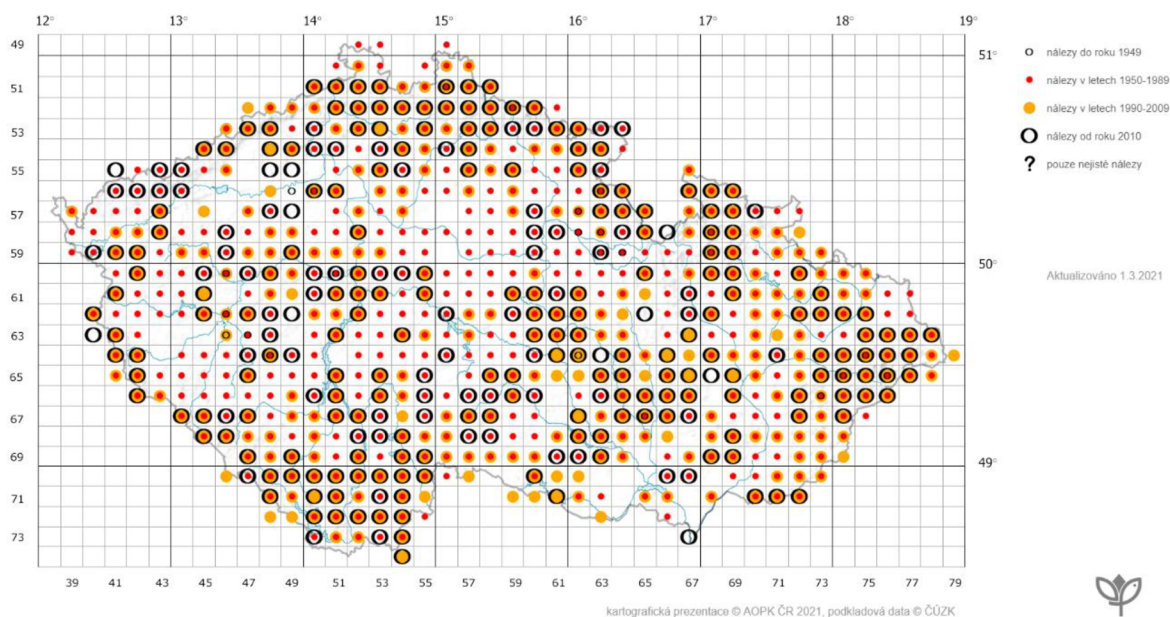
### **1.6.1 Bezvláska vlnkatá (*Atrichum undulatum* (Hedw.) P. Beauv. )**

V některých publikacích můžeme najít i bezvláska čeřitá. Pod starším názvem ji najdeme třeba u Balabána (1960) jako kátinku vlnkatou. Název „vlnkatá“ je od vzhledu fyloidů, které jsou příčně zvlňené, zejména za sucha je to velmi výrazné. Je řazena mezi vrcholoplodé druhy. Může vytvářet velké porosty i třeba spolu s ostatními druhy mechů. (Kremer & Muhle, 1998; Kubešová et al., 2009)

Kauloid je přímý, tmavězelený, jednoduchý nebo rozvětvený a dosahuje výšky až 8 cm. Nese fyloidy, které jsou ve spodní části malé šupinovité a v horní části mají jazykovitý až kopinatý tvar délky cca 1 cm. Okraj fyloidu je ostře dvojité zubatý až pod dolní polovinu listu. Žebro je tvořeno 4–8 lamelami. Čepel listu je při bázi osténkatá. V plodném období vyrůstá z vrcholu kauloidu do červena zbarvený štět, který má 2–4 cm. Ten nese válcovitou tobolku,

kteřá je zakřivená, po dozrání hnědočervená a je dlouhá až 4 mm. Víčko tobolky je kuželovitě vyklenuté a dlouze zobanité. Tento druh je většinou jednodomý. (Kremer & Muhle, 1998; Kubešová et al., 2009; Pilous, 1948)

Bezvláska se vyskytuje v celé Evropě. Jedná se o poměrně běžný mech i v českých lesích viz **Obrázek 1**. Najdeme ji od nížin až po hory. Roste na vlhkých, stinných, travnatých místech nebo na březích cest. Objevuje se i jako pionýrský druh na nově obnažených jílovitých půdách. (Balabán, 1960; Kubešová et al., 2009; Kremer & Muhle, 1998)



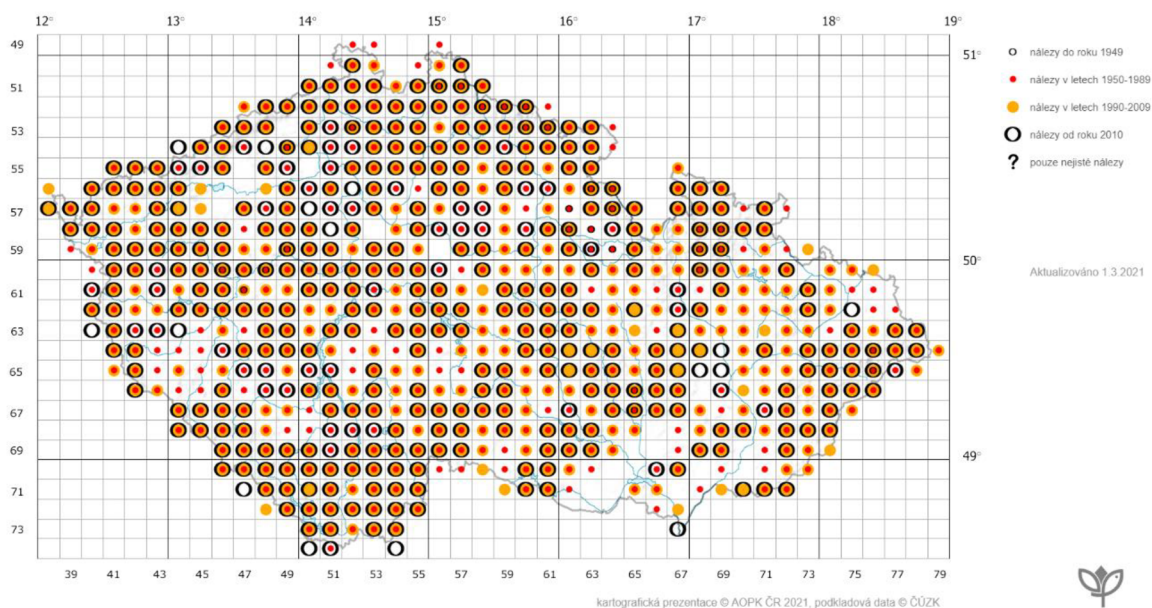
**Obrázek 1:** Mapa výskytu bezvlásky vlnkaté (*Atrichum undulatum*) v České republice

### 1.6.2 Ploník ztenčený (*Polytrichum formosum* Hedw.)

Rostlinky jsou tmavězelené a dorůstají až 15 cm. Jedná se o dvoudomý druh. Kauloidy jsou nevětvené, vzpřímené. Nesou kopinatě štetinovitě fylloidy, které mají 6–8 mm a jsou po okrajích ostře pilovité. Žebro výrazně vyniká na hřbetě listu. Žlutočervený štět vyrůstá z vrcholu kauloidu a může mít velikost až 8 cm. Ten nese přímou čtyřhranou tobolku, která je krytá čepičkou i víčkem a zráním se celá nachyluje. Čepička je červenohnědá a obaluje celou tobolku. Odlišit tento druh od velmi podobného ploníku obecného (*Polytrichum commune*) lze až podrobněji pod mikroskopem podle tvaru koncových buněk asimilačních lamel na příčném řezu listu. (Balabán, 1960; Kubešová et al., 2009; Kremer & Muhle, 1998)

Najdeme jej hojně v lesích na kyselých půdách. V České republice je to nejhojněji zastoupený druh z rodu ploníku (*Polytrichum* Hedw.), roste od nížin až po stromovou hranici viz **Obrázek 2**. Má rád stín až polostín, který je zejména v jehličnatých lesích, stejně tak jako

humózní zeminy. Může se vyskytovat i ve vápencových oblastech, kde však roste při bázi stromů na kůře, která je okyselována stékající vodou kyselých dešťů. (Kubešová et al., 2009; Plášek, 2005; Kremer & Muhle, 1998)



**Obrázek 2: Mapa výskytu ploníku ztenčeného (*Polytrichum formosum*) v České republice**

### 1.7 Měřikovité (*Mniaceae* Schwägr.)

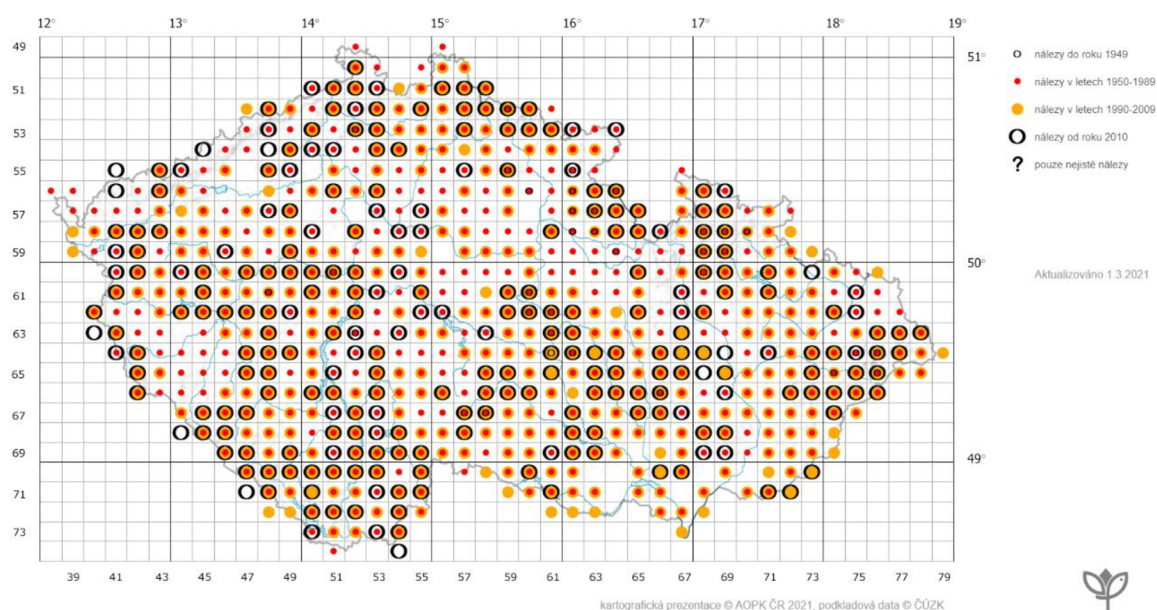
Tato čeleď patří do řádu prutníkotvaré (*Bryales* Limpr.). Zástupci jsou středně velké vytrvalé rostlinky. Většinou tvoří zelené polštáře nebo celistvě pokrývají celou plochu. Výjimečně mohou růst na skalách, tlejících pařezech či na kůře stromů. Kauloidy bývají vzprámené, avšak u některých druhů mohou být sterilní kauloidy poléhavé. Lodyžky bývají dvouřadě olistěné, jednoduché nebo svazčité. Fyloidy jsou při bázi kauloidu drobné, směrem nahoru se zvětšují a na vrcholku mohou růst v růžici. Tvary fyloidů jsou od kulatého, přes vejčité až po protáhlé. Žebro je dobře pozorovatelné, jednoduché. Okraje listů jsou často zubaté. Buňky listů mají tenké buněčné stěny a nabývají tvaru protáhlého kosodélníku. (Goffinet & Shaw, 2008; Váňa 2007)

V této čeledi není vegetativní rozmnožování běžné, ale vyskytuje se například u rodu paprutka (*Pohlia* Hedw.) v podobě gem. Při pohlavním rozmnožování se tvoří terminální gametangia. Po splynutí se spermatozoidem vyrůstá dlouhý štět s tobolkou, která je často nachýlená, pravidelná s průduchy. Obústí je diplolepidní a neredukované. Téměř u všech rodů tvoří exostom 16 zubů, stejně tak i endostom. Tobolka je krytá většinou kápoitou lysou čepičkou. (Váňa, 2007)

### 1.7.1 Měřík příbuzný (*Plagiomnium affine* (Blandow) T. J. Kop.)

Rostlinky mají tmavě zelenou barvu a dorůstají 2-5 cm. Plodné kauloidy jsou vzpřímené. Sterilní lodyžky jsou obloukovitě poléhavé a Pilous (1948) zmiňuje, že na špičce často tvoří rhizoidy. Kauloidy nesou oválné až vejčité fyloidy, které jsou po okraji pilovité a zakončené hrotitou špičkou. Fyloidy vyrůstají na lodyžce dvouřadě. Buňky fyloidů jsou poměrně velké a pěkně pozorovatelné pod mikroskopem, proto jak píšou Kalina a Váňa (2005), se často používají při výuce například k ukázce chloroplastů. Žebro probíhá celým listem, u báze je silnější a směrem vzhůru slábne. Ze vzpřímeného kauloidu vyrůstá až 4 cm dlouhý červený štět, který nese podlouhlou, žlutou tobolku. Tobolka je kryta krátce zašpičatělým víčkem. (Kubešová et al., 2009; Balabán, 1960; Váňa, 2007)

Tento druh vyžaduje vlhká, stinná stanoviště. Nalezneme jej například na březích potoků, nebo i na kameni či ztrouchnivělém dřevě, neboť má rád humózní půdy. Najdeme jej často i ve smrkových lesích. V České republice je rovněž běžným druhem, který roste od nížin až po hory viz **Obrázek 3**. (Kubešová et al., 2009; Balabán, 1960; Kalina a Váňa, 2005)



**Obrázek 3:** Mapa výskytu měříku příbuzného (*Plagiomnium affine*) v České republice

## 2 Metodika

Regenerace různých částí mechů měříku příbuzného (*Plagiomnium affine* (Blandow) T. J. Kop.), bezvlásky vlnkaté (*Atrichum undulatum* (Hedw.) P. Beauv.) a ploníku ztenčeného (*Polytrichum formosum* Hedw.) byla pozorovaná v různých ročních obdobích let 2020 a 2021. Tyto tři druhy byly vybrány na základě toho, že jsou v České republice běžně se vyskytující, dále kvůli poměrně jednoznačnému rozpoznání druhu a v neposlední řadě právě díky svému většímu vzrůstu a stavbě těla.

### 2.1 Sběr vzorků

Potřebné druhy mechů byly nasbírány v lokalitě Mořkova a jeho přilehlého lesa, který se nachází na úpatí Moravskoslezských Beskyd v nadmořské výšce 300-600 m n. m..

**Druh:** ploník ztenčený (*Polytrichum formosum* Hedw.)

Řád: ploníkotvaré (*Polytrichales* M. Fleisch.)

Místo sběru: Mořkovský les; jehličnatý porost; souřadnice: 49.5209837N, 18.0430577E, (čtvereček 6474 na mapě **obrázek 2**)

Datum sběru: 1. 6. 2020; 18. 8. 2020; 3. 10. 2020; 26. 2. 2021; 22. 3. 2021

**Druh:** bezvláska vlnkatá (*Atrichum undulatum* (Hedw.) P. Beauv.)

Řád: ploníkotvaré (*Polytrichales* M. Fleisch.)

Místo sběru: Mořkov; zahrada u domu; u severní zdi boudy, kde stéká voda; souřadnice: 49.5365742N, 18.0563133E, (čtvereček 6474 na mapě **obrázek 1**)

Datum sběru: 1. 6. 2020; 18. 8. 2020; 3. 10. 2020; 26. 2. 2021; 22. 3. 2021

**Druh:** měřík příbuzný (*Plagiomnium affine* (Blandow) T. J. Kop.)

Řád: prutníkotvaré (*Bryales* Limpr.)

Místo sběru: Mořkovský les; na severním břehu příkopy s vodou u cesty; souřadnice: 49.5228394N, 18.0624289E, (čtvereček 6474 na mapě **obrázek 3**)

Datum sběru: 1. 6. 2020; 18. 8. 2020; 3. 10. 2020; 26. 2. 2021; 22. 3. 2021

### 2.2 Příprava vzorků

Nejprve se připravilo podloží pro fragmenty mechů. Do skleněných Petriho misek byl umístěn čistou kohoutkovou vodou navlhčený vatový tampón. Následně na ně byly pokládány vitální fragmenty vybraných zástupců mechů do pravidelných řad pro lepší přehled a počítání, viz **Obrázek 5**. Petriho misky s fragmenty byly poté umístěny do místnosti s teplotou okolo 21 °C na nepřímé sluneční světlo.

### 2.2.1 Příprava celých fyloidů

Byly vybírány vitální fyloidy bez projevu poškození. Šetrně pomocí pinzety a skalpelu byly odděleny od kauloidu. Pokud bylo třeba, byly ještě lehce propláchnuty v misce s čistou vodou, aby se odstranily makroskopické nečistoty a fyloidy byly následně dobře pozorovatelné. Při každém pozorování bylo použito 30 celých fyloidů od každého vybraného druhu mechu. Těchto 30 fyloidů bylo pomocí pinzety umístěno do připravené Petriho misky. U druhů bezvlásky vlnkaté (*Atrichum undulatum*) a ploníku ztenčeného (*Polytrichum formosum*) byly položeny fyloidy abaxialní stranou směrem k podkladu, což je lepší podle pozorování Gemmella (1953). Rovněž to zajistilo jednodušší pozorování, neboť u těchto druhů vznikají pupeny pouze na adaxiální straně fyloidů (Heald, 1898; Gemmell, 1953). Strana položená směrem k podkladu u měříku příbuzného (*Plagiomnium affine*) nebyla podstatná, jelikož se pupeny objevují na obou stranách fyloidu (Lersten, 1961; Hugonnot & Celle, 2012).

### 2.2.2 Příprava fragmentů fyloidů

K tomuto pozorování byly vybírány větší vitální fyloidy, aby se mohly dobře rozpúlit (u bezvlásky vlnkaté (*Atrichum undulatum*) a ploníku ztenčeného (*Polytrichum formosum*), popřípadě rozčtvrtit (u měříku příbuzného (*Plagiomnium affine*)). Pokud bylo třeba, byly fyloidy po odstranění z kauloidu opláchnuty v misce s čistou vodou, aby se zbavily větších nečistot. Rozdělování probíhalo buďto trháním nebo řezáním pomocí skalpelu. Vybírány pak byly fragmenty všech velikostí. Od každého druhu mechu bylo vybráno vždy 30 fragmentů. Následně byly umisťovány pomocí pinzety do připravených Petriho misek. U druhů bezvlásky vlnkaté (*Atrichum undulatum*) a ploníku ztenčeného (*Polytrichum formosum*) byly položeny fragmenty fyloidů abaxialní stranou směrem k podkladu z již zmíněných důvodů u popisu přípravy celých fyloidů. Strana položená směrem k podkladu u měříku příbuzného (*Plagiomnium affine*) nebyla z již zmíněných důvodů podstatná.

### 2.2.3 Příprava fragmentů kauloidů

Vybírány byly olistěné části bez projevu poškození. Šetrně z nich byly odstraněny fyloidy pomocí pinzety a skalpelu. Následně byly skalpelem příčně nařezány na cca. 5 mm dlouhé fragmenty. Při každém pokusu bylo vždy použito 30 fragmentů od každého druhu mechu.

Fragmenty byly dle potřeby omývány v misce s vodou, aby se odstranily nečistoty. Následně byly pomocí pinzety umístěny do připravených Petriho misek.

#### 2.2.4 Příprava fragmentů štětů a tobolek

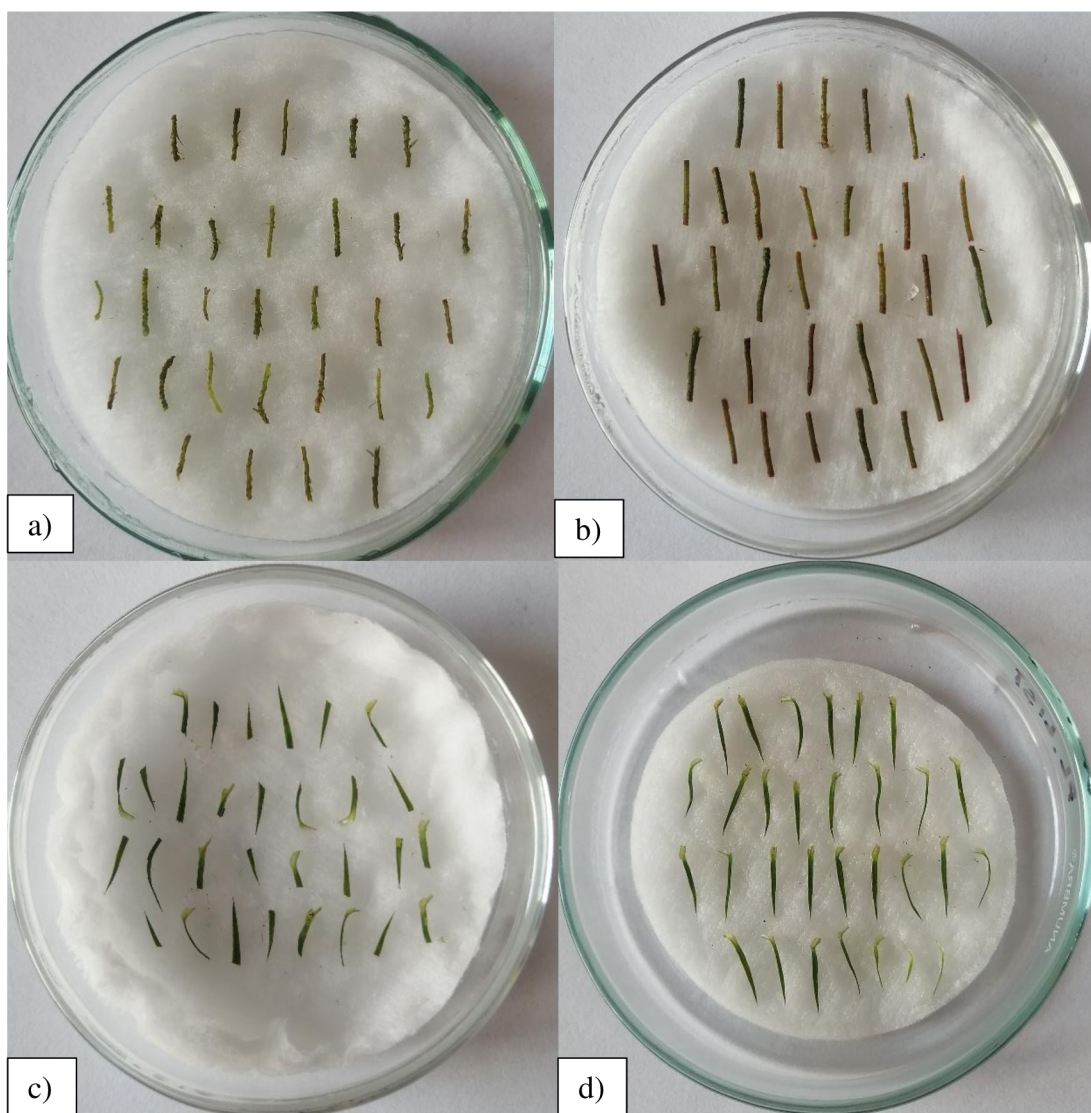
Byly vybírány pouze zelené štěty se zelenými neotevřenými tobolkami. Celý sporofyt byl šetrně oddělen od gametofytu. Následně byla oddělena skalpelem tobolka od štětu. Tobolka byla skalpelem rozdělena na půl a její fragmenty umístěny do Petriho misky. Štěty byly podle jejich délky rozřezány skalpelem na 3 popřípadě 4 části a následně přeneseny pinzetou do Petriho misky.

#### 2.3 Kontrola regenerace

Každý den od započetí pokusu po dobu 6 týdnů byly fragmenty pozorovány binokulární lupou a v případě potřeby byly pořizovány fotografie. Rovněž byly průběžně vlhčeny čistou vodou. Projevy regenerace byly zaznamenávány a zanášeny do fotografií pro lepší přehlednost a počítání viz **Obrázek 4**. Pozorování bylo prováděno binokulární lupou s osvětlením od firmy Arsenal s.r.o., která má zvětšení 20×. Fotografie byly pořizovány fotoaparátem Canon Ixus 132. Zaznamenaná data byla po ukončení pozorování přepsána do programu Microsoft Excel a pomocí něj pak byly generovány použité grafy.



**Obrázek 4:** Ukázka zaznamenávání regenerovaných fyloidů bezvlásky vlnkaté (*Atrichum undulatum*), Pozn.: různé barvy znamenají různé dny a P znamená výskyt plísně



**Obrázek 5: Ukázka přípravy fragmentů: a) fragmenty kauloidů bezvlásky vlnkaté (*Atrichum undulatum*), b) fragmenty kauloidů ploníku ztenčeného (*Polytrichum formosum*), c) fragmenty fyloidů ploníku ztenčeného (*Polytrichum formosum*), d) celé fyloidy ploníku ztenčeného (*Polytrichum formosum*)**



### 3 Výsledky

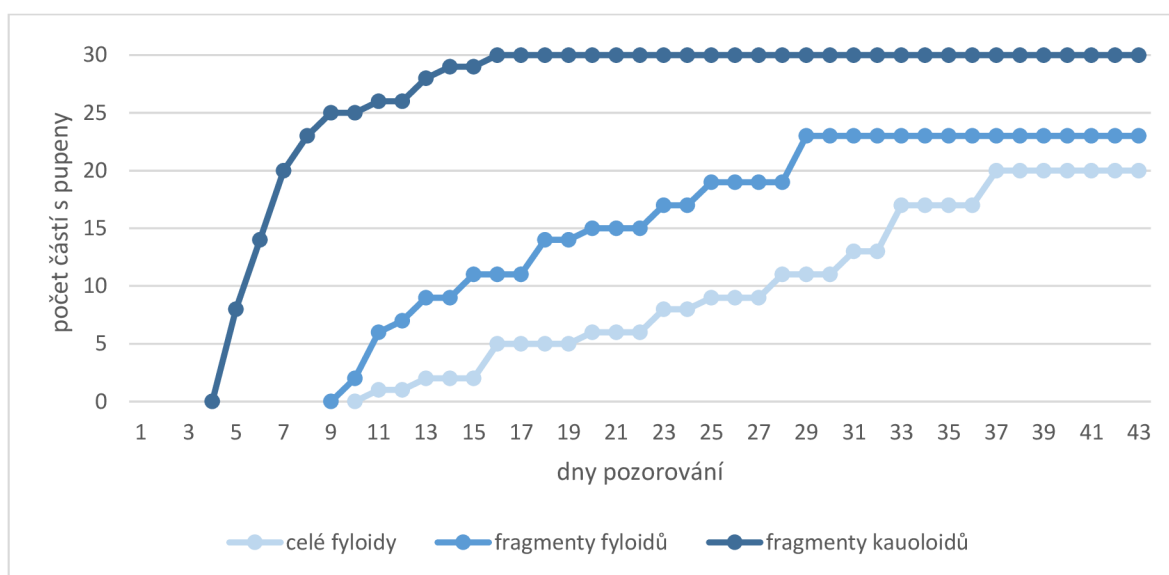
#### 3.1 Regenerace měříku příbuzného (*Plagiomnium affine* (Blandow) T. J. Kop.)

##### 3.1.1 Průběh regenerace v období 1. 6. 2020 – 13. 7. 2020

Při pozorování kauloidu se objevila první protonemata 3. den. První pupeny se objevily 5. den na 8 fragmentech kauloidu. Nakonec zregenerovaly všechny fragmenty kauloidu. Celkově pak bylo na všech fragmentech po ukončení pozorování napočítáno 38 vitálních pupenů. Nejvyšší počet pupenů, který se vyskytoval na jednom fragmentu byl 4.

Celé fyloidy projeví první náznaky regenerace 5. den, a to vznikem protonemat. První pupen se objevil 11. dne pozorování na jednom fyloidu. Na konci pozorování neslo celkem 20 fyloidů dohromady 28 pupenů. Z těchto pupenů vyrůstalo 13 z adaxiální strany fyloidů a 15 z abaxiální strany. Jeden fyloid nesl nanejvýš 3 pupeny. Všechny fyloidy vytvořily hustou síť protonemat.

U fragmentů fyloidů se první protonemata objevila již 3. den pozorování. První pupeny se vytvořily 10. den na 2 fragmentech. Celkově pak na konci pozorování neslo 23 fragmentů fyloidů 28 vitálních pupenů. Jeden fragment nesl nejvíce 3 pupeny. Všechny fragmenty vytvořily protonemata.



Graf 1: Počet regenerujících fragmentů měříku příbuzného (*Plagiomnium affine*)



**Obrázek 6: Regenerující fragmenty kauloidu měříku příbuzného (*Plagiomnium affine*), vlevo hustá síť protonemat, vpravo 4 dny starý pupen (zvětšení 20×)**



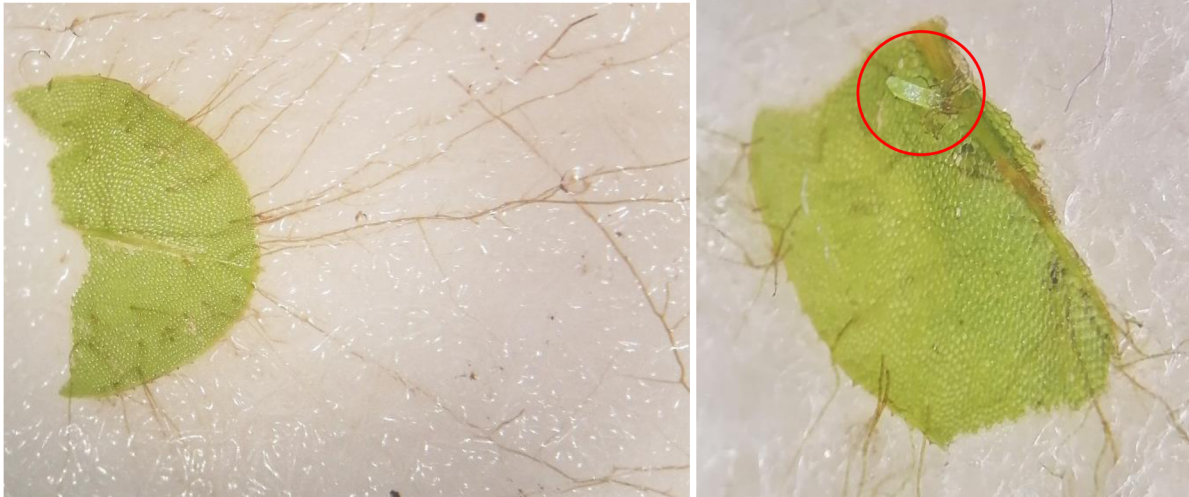
**Obrázek 7: Regenerující fragment kauloidu měříku příbuzného (*Plagiomnium affine*) s mladou rostlinkou (zvětšení 20×)**



**Obrázek 8: Regenerující fyloidy měříku příbuzného (*Plagiomnium affine*), vlevo první protonemata, vpravo pupen starý 4 dny (zvětšení 20×)**



**Obrázek 9: Regenerující fyloidy měříku příbuzného (*Plagiomnium affine*) s mladou rostlinkou, (zvětšení 20×)**



**Obrázek 10: Regenerující fragmenty fyloidů měříku příbuzného (*Plagiomnium affine*), vlevo protonemata, vpravo pupen starý 4 dny, (zvětšení 20×)**



**Obrázek 11: Regenerující fragment fyloidu měříku příbuzného (*Plagiomnium affine*) s mladou rostlinkou (zvětšení 20×)**

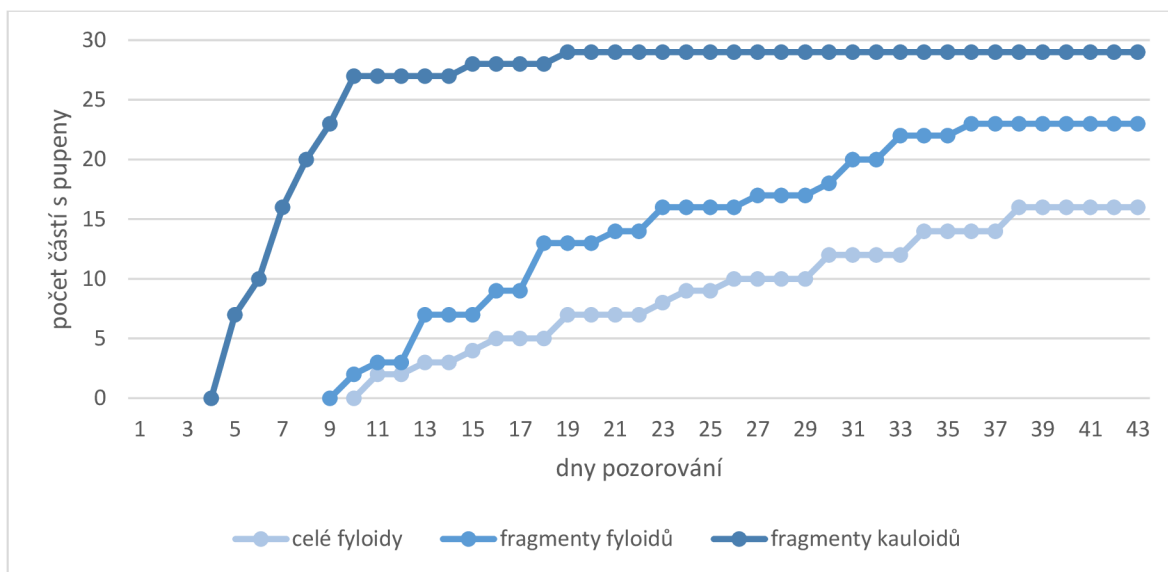
### **3.1.2 Průběh regenerace v období 18. 8. 2020 – 29. 9. 2020**

U fragmentů kauloidů byla první protonemata zaznamenána 3. den pozorování. Následně se 5. dne objevily na 7 fragmentech první pupeny. Ze 30 fragmentů kauloidů regenerovalo celkem 29. Celkem bylo na těchto fragmentech napočítáno 37 pupenů. Nejvyšší počet pupenů, který se vyskytoval na jednom fragmentu byl 3. Jeden fragment, který nenesl žádný pupen neprojevil ani jiný náznak regenerace.

Celé fyloidy vytvořily první protonemata již 4. den pozorování. První pupeny se pak objevily 11. den na 2 fyloidech. Na konci pozorování neslo 16 fyloidů alespoň jeden pupen.

Celkem bylo na těchto fyloidech napočítáno 21 pupenů. Z těchto pupenů vyrůstalo 9 z adaxiální strany listu a 12 z abaxiální strany. Jeden fyloid nesl nanejvýš 3 pupeny. Všechny fyloidy vytvořily hojnou síť protonemat.

Některé fragmenty fyloidů nesly první viditelná protonemata už 3. den pozorování. První pupeny se objevily 10. den na 2 fragmentech. Po ukončení pozorování bylo na 23 fragmentech zaznamenáno dohromady 31 pupenů. Jeden fragment fyloidu nesl nanejvýš 3 pupeny. Všechny fragmenty vytvořily protonemata.



**Graf 2: Počet regenerujících fragmentů měříku příbuzného (*Plagiomnium affine*)**

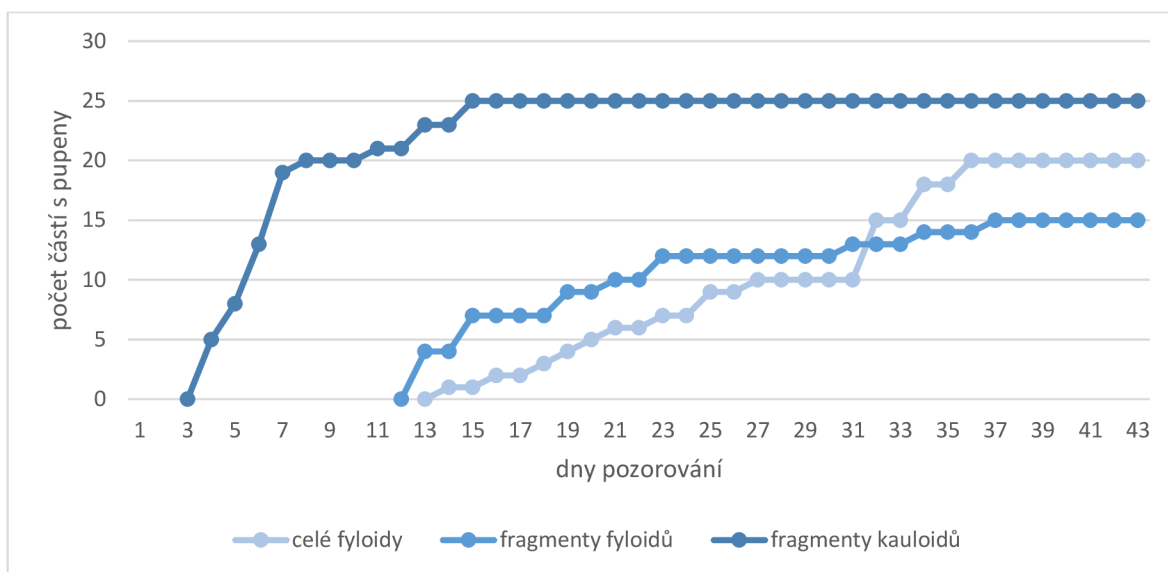
### 3.1.3 Průběh regenerace v období 3. 10. 2020 – 14. 11. 2020

U fragmentů kauloidů byla první protonemata zaznamenána 4. den pozorování. První pupeny se objevily rovněž 4. den na 5 fragmentech. Na konci pozorování bylo na 25 fragmentech napočítáno celkem 35 pupenů. Nejvyšší počet pupenů, který se vyskytoval na jednom fragmentu byl 3. Zbylých 5 fragmentů, které nenesly pupeny, neprojevily žádné známky regenerace.

Celé fyloidy tvořily od 6. dne pozorování viditelná protonemata. První pupen se objevil 14. den na jednom fyloidech. Celkem na konci pozorování bylo na 20 fyloidech napočítáno 24 pupenů. Jeden fyloid nesl nanejvýš 3 pupeny. Z těchto pupenů vyrůstalo 7 z adaxiální strany fyloidu a 17 z abaxiální strany. Všechny fyloidy vytvořily protonemata.

První protonemata byla na fragmentech fyloidů pozorovatelná 5. den. Následně se první pupeny objevily 13. den na 4 fragmentech. Celkově bylo na konci pozorování 15 fragmentů,

které nesly alespoň jeden pupen. Dohromady pak na nich bylo napočítáno 20 pupenů. Jeden fragment fyloidu nesl nejvíce 2 pupeny. Všechny fragmenty vytvořily protonemata.



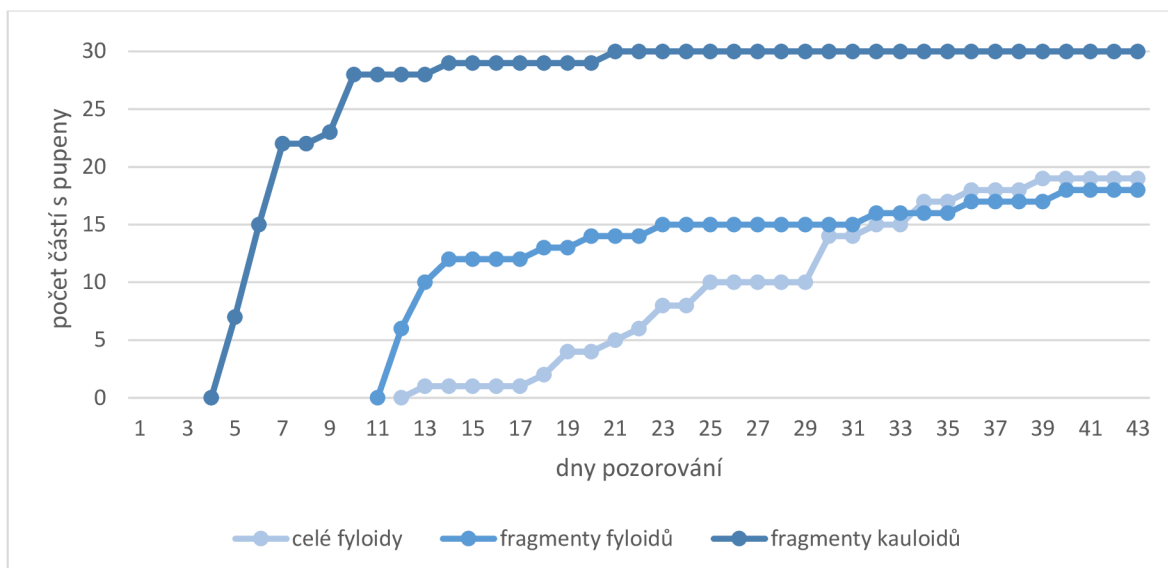
**Graf 3: Počet regenerujících fragmentů měříku příbuzného (*Plagiomnium affine*)**

### 3.1.4 Průběh regenerace v období 26. 2. 2021 – 9. 4. 2021

U fragmentů kauloidů byla první protonemata zaznamenána 3. den pozorování. První pupeny se pak objevily 5. den na 7 fragmentech. Na konci pozorování nesly všechny fragmenty alespoň jeden pupen. Nejvyšší počet pupenů, který se vyskytoval na jednom fragmentu byl 3.

Celé fyloidy začaly tvořit protonemata 4. den pozorování. První pupen se objevil 13. den na jednom fyloidu. Na konci pozorování neslo alespoň jeden pupen 19 fyloidů. Dohromady na nich bylo napočítáno 22 pupenů, z nichž 9 vyrůstalo z adaxiální strany fyloidu a 13 z abaxiální strany. Jeden fyloid nesl nanejvýš 2 pupeny. Všechny fyloidy vytvořily protonemata.

První náznaky protonemat na fragmentech fyloidů byly pozorovány 4. den. Následně se 12. den objevily první pupeny na 6 fragmentech. Ze 30 fragmentů jich 18 na konci pozorování neslo alespoň jeden pupen. Dohromady na nich bylo napočítáno 20 pupenů. Jeden fragment fyloidu nesl nanejvýš 2 pupeny. Všechny fragmenty vytvořily protonemata.



**Graf 4: Počet regenerujících fragmentů měříku příbuzného (*Plagiomnium affine*)**

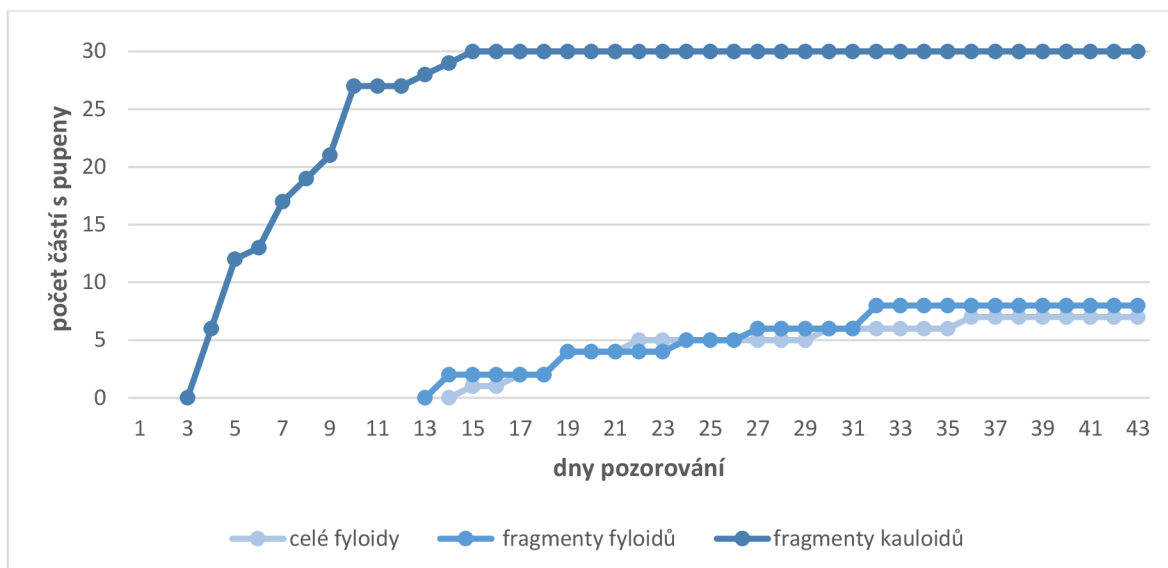
### 3.1.5 Průběh regenerace v období 22. 3. 2021 – 3. 5. 2021

U fragmentů kauloidů byla první protonemata zaznamenána 3. den pozorování. První pupeny se pak objevily 4. den na 6 fragmentech. Všechny fragmenty kauloidu regenerovaly a vytvořily alespoň jeden pupen. Dohromady na nich pak bylo napočítáno 34 pupenů. Nejvyšší počet pupenů, který se vyskytoval na jednom fragmentu byl 3.

U celých fyloidů se první protonemata objevila 6. den pozorování. První pupen byl zaznamenán 15. den na jednom fyloidu. Po 6 týdnech neslo alespoň jeden pupen pouze 7 fyloidů. Dohromady na nich pak bylo napočítáno 9 pupenů. Z těchto pupenů vyrůstaly 3 z adaxiální strany fyloidu a 6 z abaxiální strany. Jeden fyloid nesl nanejvýš 2 pupeny. Všechny fyloidy vytvořily hustou síť protonemat.

Fragmenty fyloidů začaly tvořit protonemata 6. den pozorování. První pupeny se objevily 14. den pozorování na 2 fragmentech. Na konci pozorování jich vytvořilo pouze 8 alespoň jeden pupen. Dohromady na nich bylo napočítáno 9 pupenů. Jeden fragment fyloidu nesl nanejvýš 2 pupeny. Všechny fragmenty vytvořily protonemata.

Štěty a tobolky měříku příbuzného (*Plagiomnium affine*) bohužel neregenerovaly v žádném období.



**Graf 5: Počet regenerujících fragmentů měřiku příbuzného (*Plagiomnium affine*)**

**Tab. 1: Četnost pupenů na regenerujících fragmentech měřiku příbuzného (*Plagiomnium affine*) – souhrn za všechna pozorování**

počet pupenů na 1 fragment	fragmenty kauloidů	celé fyloidy	fragmenty fyloidů
0	6	68	65
1	120	64	67
2	13	15	15
3	10	3	3
4	1	0	0



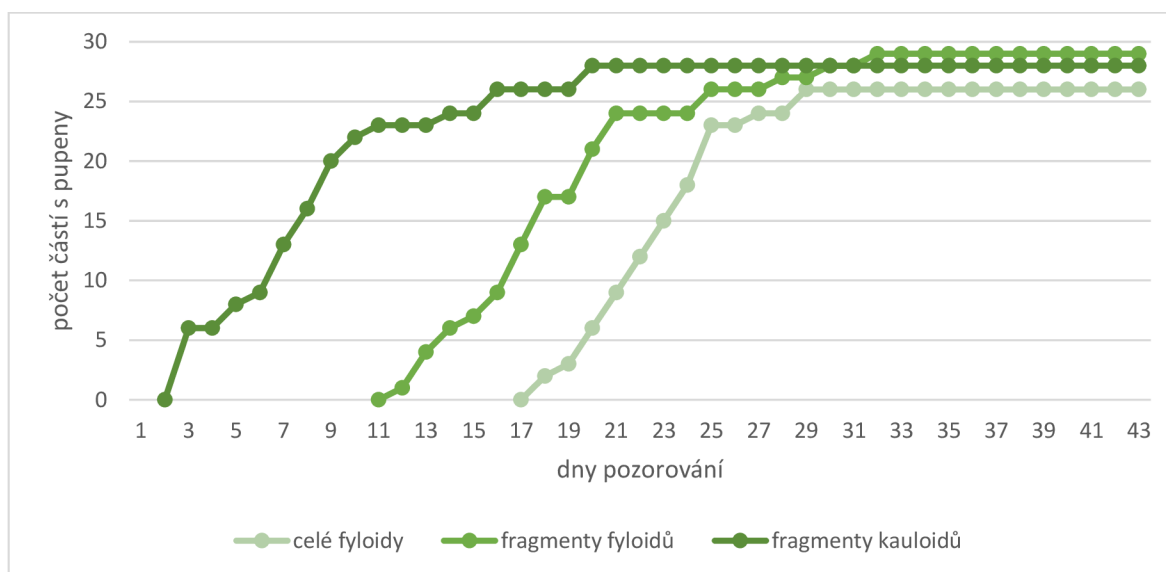
## 3.2 Regenerace bezvlásky vlnkaté (*Atrichum undulatum* (Hedw.) P. Beauv.)

### 3.2.1 Průběh regenerace v období 1. 6. 2020 – 13. 7. 2020

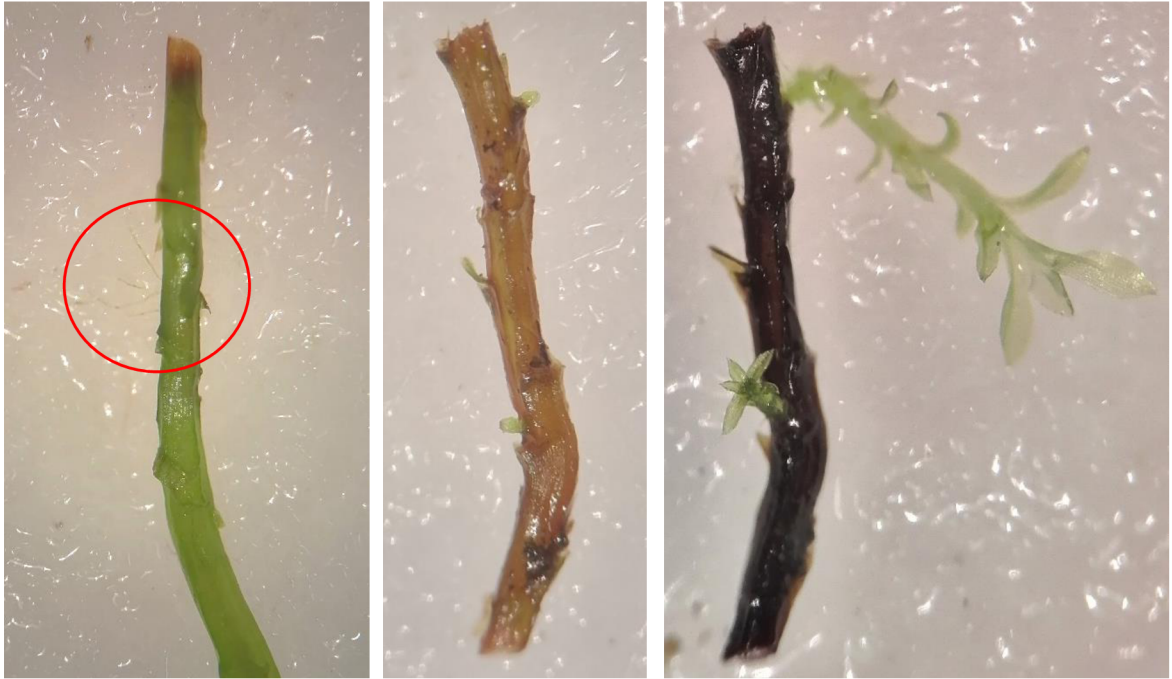
Projevy prvních protonemat byly na fragmentech kauloidů pozorovatelné 3. den. První pupeny se rovněž objevily na 6 fragmentech 3. den pozorování. Celkový počet fragmentů kauloidů, které nesly alespoň jeden pupen byl na konci pozorování 28. Pupenů bylo dohromady napočítáno 53. Jeden fragment nesl nanejvýš 4 pupeny. Na zbylých dvou kauloidech, které nenesly pupeny, nebyl ani žádný jiný náznak regenerace.

První protonemata u fyloidů byla zaznamenána 8. den. Následně se potom 18. den objevily pupeny na 2 fyloidech. Po 6 týdnech neslo celkem 26 fyloidů dohromady 39 pupenů. Z toho na 16 fragmentech byly pupeny blíže ke špičce, na 8 blíže k bázi a na 2 byly rozprostřeny po celém fyloиду. Z jednoho fyloidu rostly nanejvýš 2 pupeny. Jeden ze 4 fyloidů bez pupenu vytvořil protonemata, zbylé 3 neprojevily žádný náznak regenerace.

První protonemata u fragmentů fyloidů byla zaznamenána 6. den. První pupen se pak objevil 8. den na jednom fragmentu. Po skončení pozorování bylo napočítáno na 29 fragmentech celkem 33 pupenů. Na jednom fragmentu rostly nejvíce 3 pupeny. Pouze jeden nenesl pupeny ani neprojevily jiné známky regenerace.



Graf 6: Počet regenerujících fragmentů bezvlásky vlnkaté (*Atrichum undulatum*)



**Obrázek 12: Regenerující kauloidy bezvlásky vlnkaté (*Atrichum undulatum*), zleva: první světlá protonemata; pupeny; mladé rostlinky (zvětšení 20×)**



**Obrázek 13: Regenerující fyloidy bezvlásky vlnkaté (*Atrichum undulatum*), červeně označené protonema; modře označený pupen (zvětšení 20×)**



**Obrázek 14: Regenerující fyloid bezvlásky vlnkaté (*Atrichum undulatum*) s mladou rostlinkou (zvětšení 20×)**



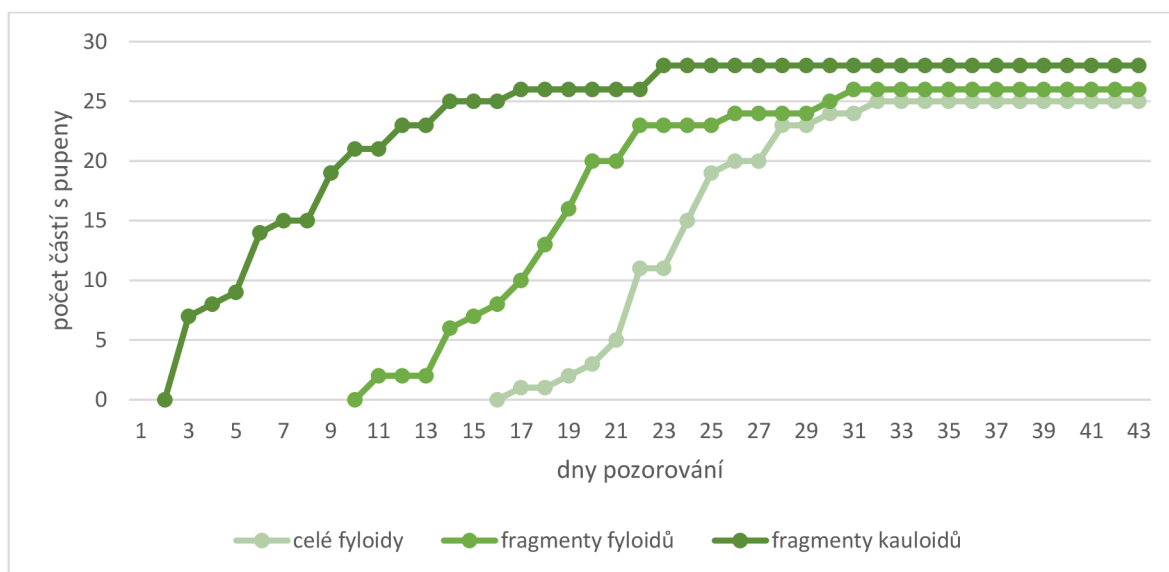
**Obrázek 15: Regenerující fragmenty fyloidů bezvlásky vlnkaté (*Atrichum undulatum*); zleva: protonema, pupen, mladá rostlinka (zvětšení 20×)**

### 3.2.2 Průběh regenerace v období 18. 8. 2020 – 29. 9. 2020

První protonemata u fragmentů kauloidů byla zaznamenána 3. den pozorování. Stejný den byly pozorovány i první pupeny na 7 fragmentech. Po ukončení pozorování bylo na 28 fragmentech kauloidu dohromady 61 pupenů. Jeden fragment nesl nejvíce 5 pupenů, podrobněji. Zbylé 2 fragmenty, které nenesly žádný pupen neprojeví ani jinou formu regenerace.

Celé fyloidy vytvořily první protonemata 8. den. Následně se pak 17. den objevil první pupen na jednom fyloidu. Na konci pozorování bylo na 25 fyloidech napočítáno celkem 36 pupenů. Jeden fyloid nesl nejvýše 4 pupeny. Na 12 fyloidech vyrůstaly pupeny blíže ke špičce, na 10 blíže k bázi a na 3 se rozprostíraly po celém listu. Zbylých 5 fyloidů neprojeví žádný náznak regenerace.

První náznaky protonemat se u fragmentů fyloidů objevily 6. den pozorování. První pupeny se pak objevily 11. den na 2 fragmentech. Na konci pozorování jich 26 neslo alespoň jeden pupen. Dohromady pak na nich bylo napočítáno 37 pupenů. Jeden fragment fyloidu nesl nejvýše 4 pupeny. Zbylé 4 fragmenty neprojeví žádný náznak regenerace.



**Graf 7: Počet regenerujících fragmentů bezvlásky vlnkaté (*Atrichum undulatum*)**

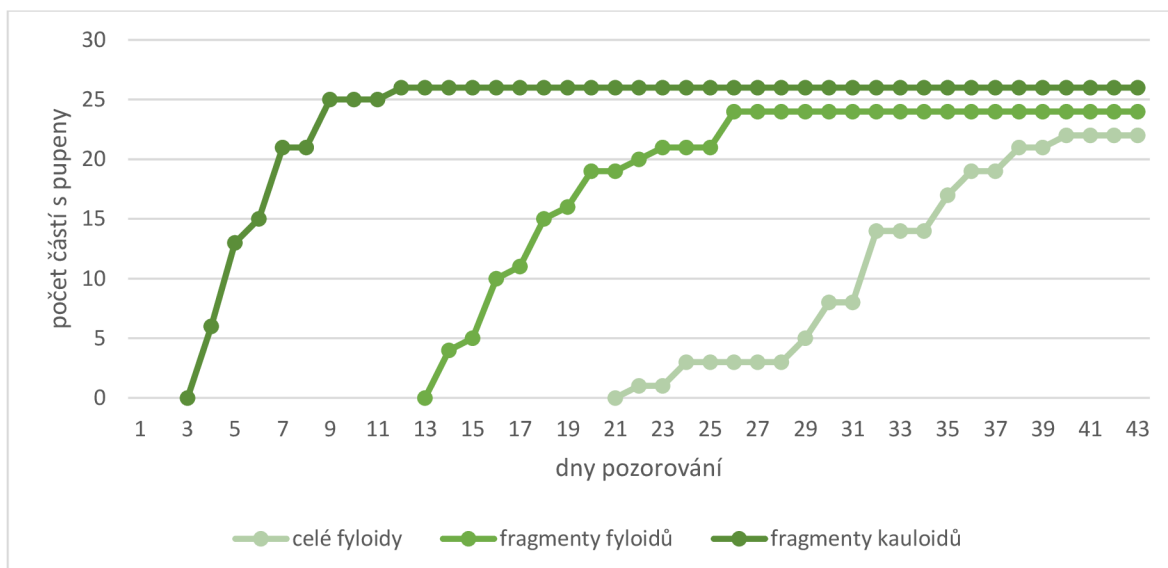
### 3.2.3 Průběh regenerace v období 3. 10. 2020 – 14. 11. 2020

První projevy protonemat se objevily u fragmentů kauloidů 4. den, zároveň s prvními pupeny na 6 fragmentech. Celkový počet fragmentů kauloidů, které nesly alespoň jeden pupen, bylo na konci pozorování 26. Dohromady na nich bylo napočítáno 28 pupenů. Z jednoho

fragmentu kauloidu rostly nejvýše 2 pupeny. Zbylé 4 fragmenty neprojevily žádný náznak regenerace.

Celé fyloidy vytvořily první protonemata 8. den pozorování. První pupen se pak objevil na jednom fyloidu 22. den. Celkem bylo na konci pozorování 26 pupenů na 22 fyloidech. Tyto pupeny byly na 14 fyloidech blíže ke špičce, na 7 blíže k bázi a na 1 na obou pólech fyloidu. Na jednom fyloidu se vyskytovaly nejvýše 3 pupeny. Zbylé 4 fyloidy neprojevily žádnou formu regenerace.

Fragmenty fyloidů vytvořily první náznaky protonemat 8. den pozorování. První pupeny se pak objevily 14. den na 4 fragmentech. Dohromady na konci pozorování bylo na 24 fragmentech fyloidů napočítáno 30 vitálních pupenů. Z jednoho fragmentu vyrůstaly nejvíce 3 pupeny. Ze zbylých 6 fragmentů, které nenesly pupeny, na sobě 2 vytvořily protonemata.



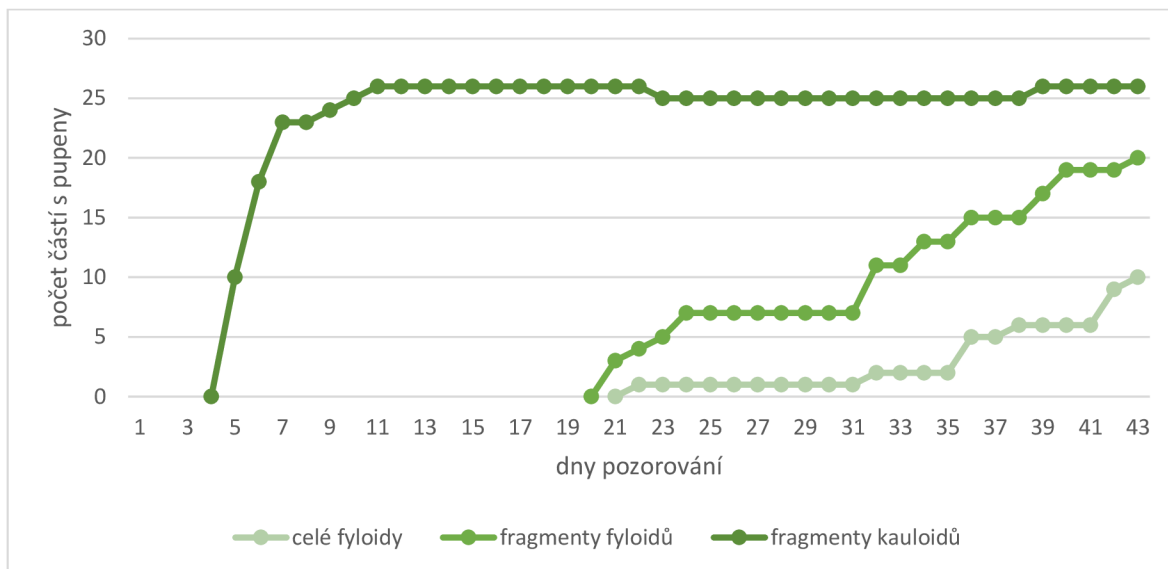
**Graf 8: Počet regenerujících fragmentů bezvlásky vlnkaté (*Atrichum undulatum*)**

### 3.2.4 Průběh regenerace v období 26. 2. 2021 – 9. 4. 2021

První projevy protonemat se objevily u fragmentů kauloidů 3. den. Následně pak byly 5. den nalezeny první pupeny na 10 fragmentech. Na 26 fragmentech na konci pozorování bylo napočítáno dohromady 44 pupenů. Jeden fragment nesl nejvýše 4 pupeny. Zbylé 4 fragmenty neprojevily žádný náznak regenerace.

U celých fyloidů byla zaznamenána první protonemata 9. den pozorování. První pupen se potom objevil 22. den pozorování na jednom fyloidu. Ze 30 celých fyloidů se jen pouze na 10 z nich objevil vždy jen jeden pupen. Pupen byl na 6 fyloidech blíže ke špičce a na 4 blíže k bázi. Na 2 ze zbylých 20 fyloidů, které nenesly pupeny se objevilo pár krátkých protonemat.

Fragmenty fyloidů vytvořily první viditelná protonemata 7. den pozorování. První pupeny se pak objevily 21. dne na 3 fragmentech. Na konci pozorování bylo na 20 částech dohromady 23 pupenů. Jeden fragment nesl nejvíce 2 pupeny. Zbýlých 10 fragmentů, které nenesly žádný pupen neprojevily ani jiný náznak regenerace.



**Graf 9: Počet regenerujících fragmentů bezvlásky vlnkaté (*Atrichum undulatum*)**

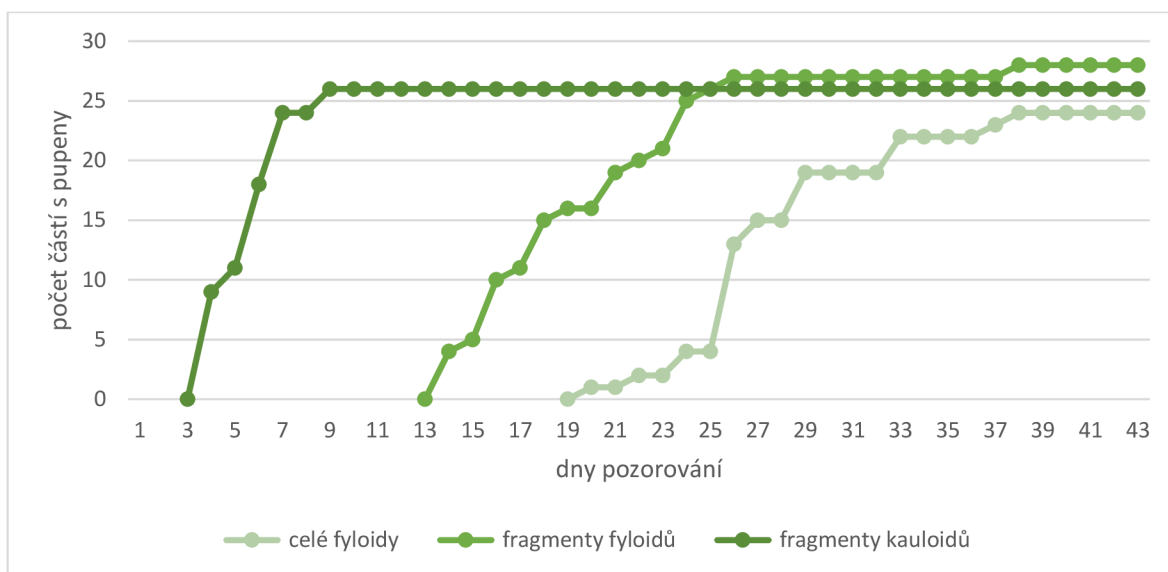
### 3.2.5 Průběh regenerace v období 22. 3. 2021 – 3. 5. 2021

První protonemata vytvořily fragmenty kauloidu 3. den. Následující 4. den se objevily první pupeny na 9 fragmentech. Alespoň jeden pupen vytvořilo 26 fragmentů. Dohromady na nich bylo napočítáno 72 pupenů. Na jednom fragmentu byly nejvýše 4 pupeny. Zbýlé 4 fragmenty bez pupenů nevykazovaly žádné známky regenerace.

První protonemata na celých fyloidech byly zaznamenány 9. den pozorování. První pupen se pak objevil 20. den na jednom fyloиду. Alespoň jeden pupen byl na konci pozorování na 24 fyloidech. Dohromady na nich bylo napočítáno 33 pupenů. Tyto pupeny rostly na 13 fyloidech blíže ke špičce, na 6 blíže k bázi a na 5 byly rozprostřeny po celém fyloиду. Na jednom fyloidu byly nejvýše 3 pupeny. Zbýlých 6 fyloidů, které nenesly žádný pupen neprojevily ani jiný náznak regenerace.

U fragmentů fyloidů byla první protonemata zaznamenána 7. den. První pupeny se pak objevily 14. den na 4 fragmentech. Na 28 částech byl na konci pozorování alespoň jeden pupen. Celkem na nich bylo napočítáno 47 pupenů. Z jednoho fragmentu fyloidů vyrůstaly nejvýše 3 pupeny. Zbýlé 2 fragmenty, které nenesly ani jeden pupen nevykazovaly žádnou známku regenerace.

Štěty a tobolky bezvlásky vlnkaté (*Atrichum undulatum*) bohužel neregenerovaly v žádném období.



**Graf 10: Počet regenerujících fragmentů bezvlásky vlnkaté (*Atrichum undulatum*)**

**Tab. 2: Četnost pupenů na regenerujících fragmentech bezvlásky vlnkaté (*Atrichum undulatum*) – souhrn za všechny pozorování**

počet pupenů na 1 fragment	fragменты kauloidů	celé fyloidy	fragменты fyloidů
0	16	42	25
1	57	90	88
2	44	14	25
3	20	2	10
4	12	2	2
5	1	0	0

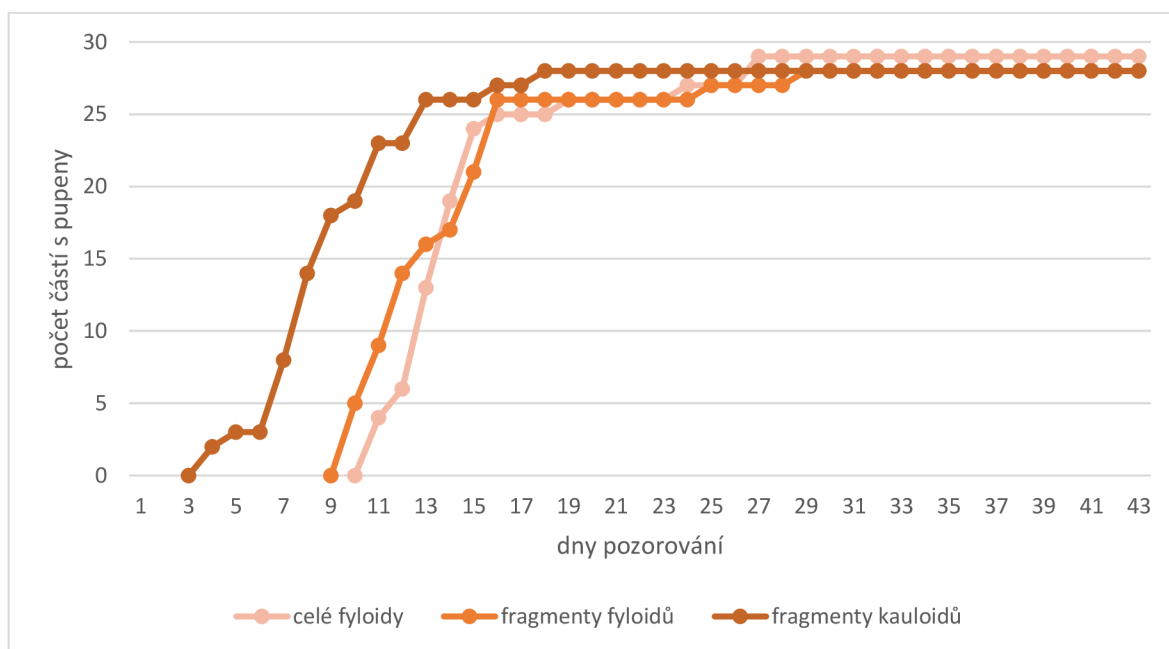
### 3.3 Regenerace ploníku ztenčeného (*Polytrichum formosum* Hedw.)

#### 3.3.1 Průběh regenerace v období 1. 6. 2020 – 13. 7. 2020

První protonemata se na fragmentech kauloidů objevila 4. den zároveň s prvními pupeny na 2 fragmentech. Po ukončení pokusu bylo na 28 částech napočítáno dohromady 52 vitálních pupenů. Z jednoho fragmentu rostly nejvíce 4 pupeny. Dva fragmenty nenesly žádné pupeny ani neprojevily jinou formu regenerace.

Na celých fyloidech se první protonemata objevila 8. den. První pupeny pak byly pozorovány 11. den na 4 fyloidech. Počet fyloidů, které nesly alespoň jeden pupen, byl po 6 týdnech 29. Celkově bylo na těchto fyloidech napočítáno 109 vitálních pupenů. Tyto pupeny byly na 11 fyloidech blíže ke špičce, na 10 blíže k bázi a na 8 byly rozprostřeny po celém fyloidu. Jeden fyloid nesl nejvíce 10 pupenů. Pouze jeden fyloid neprojevnil žádné známky regenerace.

U fragmentů fyloidů byla první protonemata zaznamenána 7. den pozorování. První pupeny se pak objevily na 5 fragmentech 10. den. Alespoň jeden pupen neslo na konci pozorování 28 fragmentů fyloidů. Celkově na nich bylo napočítáno 80 vitálních pupenů. Jeden fragment nesl nejvíce 7 pupenů, podrobněji. Dva fragmenty fyloidů, které nenesly pupeny, neprojevily ani jiné náznaky regenerace.



Graf 11: Počet regenerujících fragmentů ploníku ztenčeného (*Polytrichum formosum*)

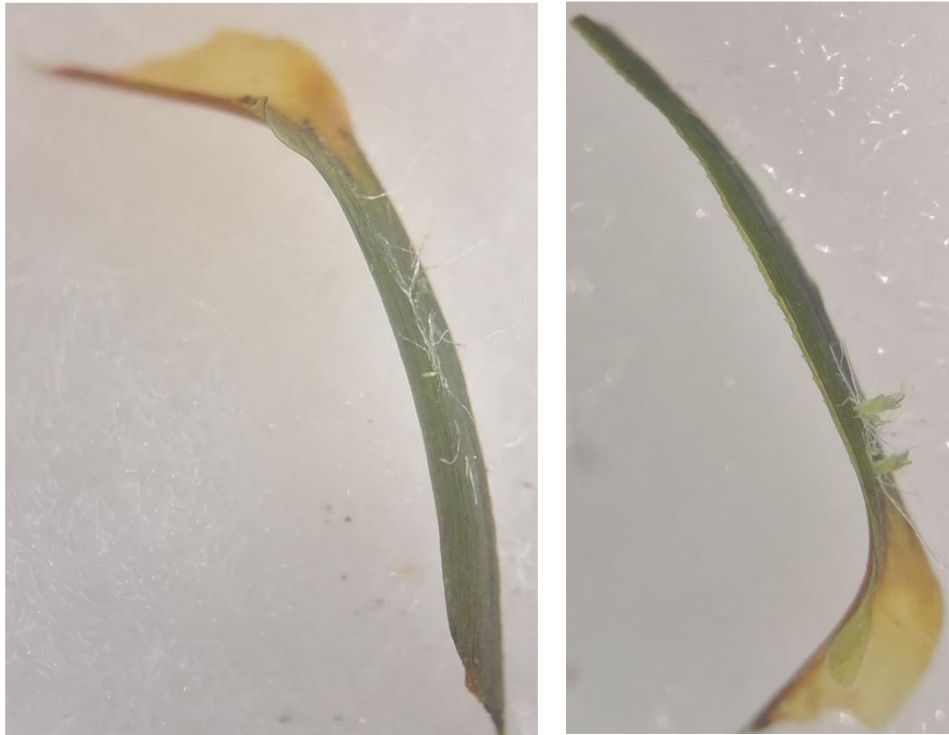




**Obrázek 16: Regenerující fragmenty kauloidů ploníku ztenčeného (*Polytrichum formosum*), zprava: červeně vyznačená protonemata, modře vyznačený pupen, vlevo mladá rostlinka (zvětšení 20×)**



**Obrázek 17: Regenerující fyloidy ploníku ztenčeného (*Polytrichum formosum*), zleva: s protonematy, s pupeny, s mladými rostlinkami (zvětšení 20×)**



**Obrázek 18:** Regenerující fragmenty fyloidů ploníku ztenčeného (*Polytrichum formosum*), vlevo s protonematy, vpravo s pupeny (zvětšení 20×)



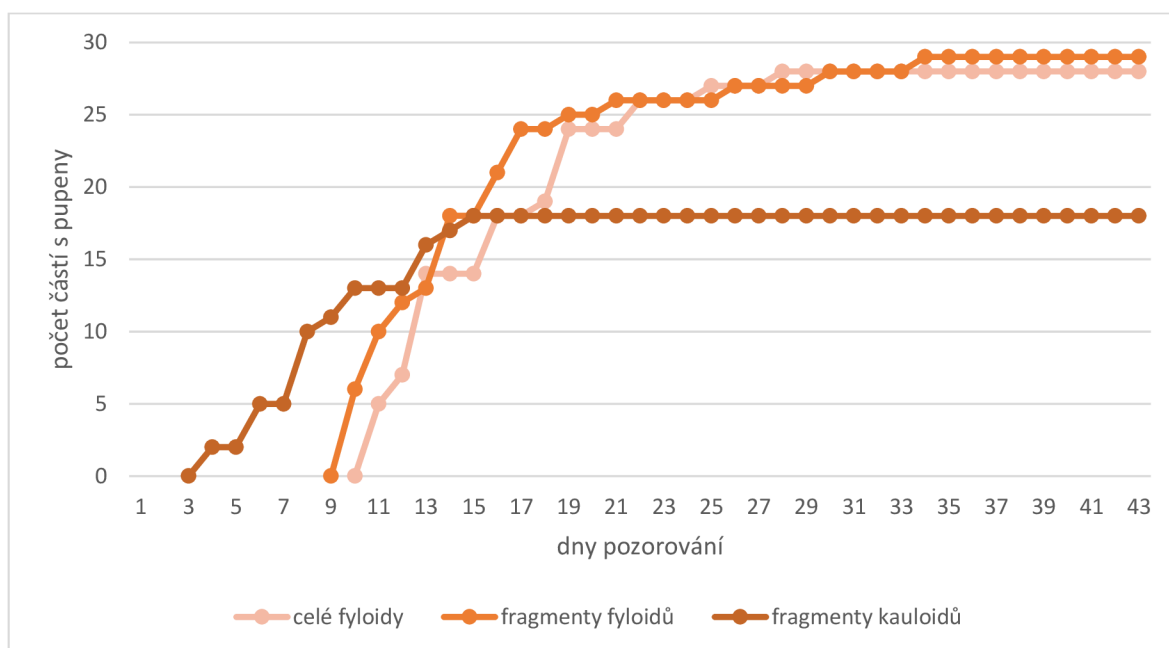
**Obrázek 19:** Regenerující fragment fyloidu ploníku ztenčeného (*Polytrichum formosum*) s mladými rostlinkami (zvětšení 20×)

### 3.3.2 Průběh regenerace v období 18. 8. 2020 – 29. 9. 2020

Na fragmentech kauloidů se objevila 3. den první protonemata. První pupeny byly zaznamenány 4. den na dvou fragmentech. Ze 30 fragmentů kauloidů bylo na konci pozorování na 18 z nich pupeny. Dohromady na nich bylo napočítáno 25 pupenů. Jeden fragment nesl nejvíce 3 pupeny. Zbýlých 12 fragmentů bez pupenů neprojevovalo žádné známky regenerace.

Na celých fyloidech se objevila první protonemata 7. den pozorování. První pupeny pak vyrostly 11. den na 5 fyloidech. Po 6 týdnech vytvořilo 28 fyloidů alespoň jeden pupen. Celkem na nich bylo napočítáno 119 pupenů. Tyto pupeny ležely na 7 fyloidech blíže ke špičce, na 11 blíže k bázi a na 10 byly rozprostřeny po celém listu. Jeden fyloid nesl nejvíce 11 pupenů. Dva fyloidy, které nenesly pupen neprojevovaly ani jiný náznak regenerace.

U fragmentů fyloidů se první protonemata objevila 5. den pozorování. První pupeny byly zaznamenány 10. den na 6 fragmentech. Na konci pozorování bylo celkem na 29 fragmentech 64 pupenů. Jeden fragment nesl nejvíce 6 pupenů. Zbýlý jeden fragment bez pupenů neprojevoval žádné jiné známky regenerace.



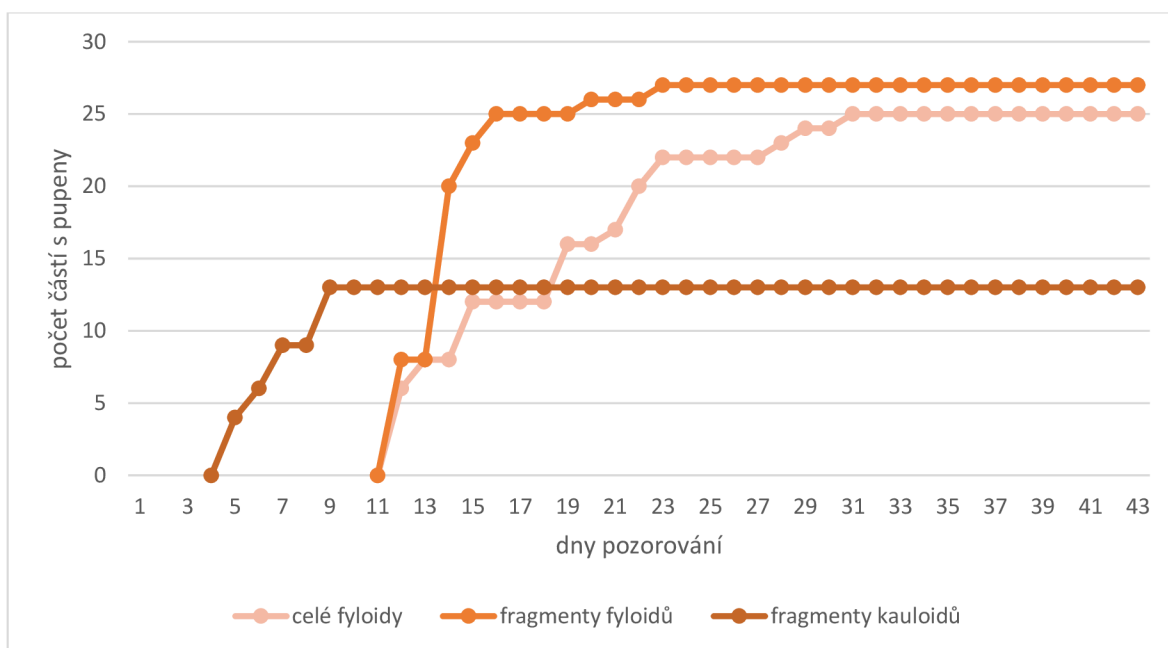
Graf 12: Počet regenerujících fragmentů ploníku ztenčeného (*Polytrichum formosum*)

### 3.3.3 Průběh regenerace v období 3. 10. 2020 – 14. 11. 2020

Na fragmentech kauloidů se první protonemata objevila 5. den pozorování zároveň s prvními pupeny na 4 fragmentech. V tomto pozorování neslo alespoň jeden pupen 13 fragmentů kauloidů. Dohromady na nich bylo napočítáno 18 pupenů. Jeden fragment nesl nejvýše 3 pupeny. Zbýlých 17 fragmentů neprojevovalo žádné známky regenerace.

Celé fyloidy vytvořily první protonemata 8. den pozorování. První pupeny byly zaznamenány 12. den na 6 fyloidech. Na 25 fragmentech bylo napočítáno po ukončení pozorování dohromady 63 pupenů. Pupy byly na 16 fyloidech umístěny blíže ke špičce, na 6 blíže k bázi a na 3 byly rozprostřeny po celém fyloidu. Z jednoho fyloidu rostlo nejvíce 6 pupenů. Na jednom ze zbylých 5 fyloidů, které nenesly žádné pupeny, bylo zaznamenáno pár protonemat.

Na fragmentech fyloidů byla zaznamenána 8. den první protonemata. První pupeny se pak objevily 12. den na 8 fragmentech. Na 27 fragmentech fyloidů bylo po ukončení pozorování napočítáno dohromady 34 pupenů. Z jednoho fragmentu vyrůstaly nejvýše 3 pupeny. Zbylé 3 fragmenty neprojevily žádné náznaky regenerace.



**Graf 13: Počet regenerujících fragmentů ploníku ztenčeného (*Polytrichum formosum*)**

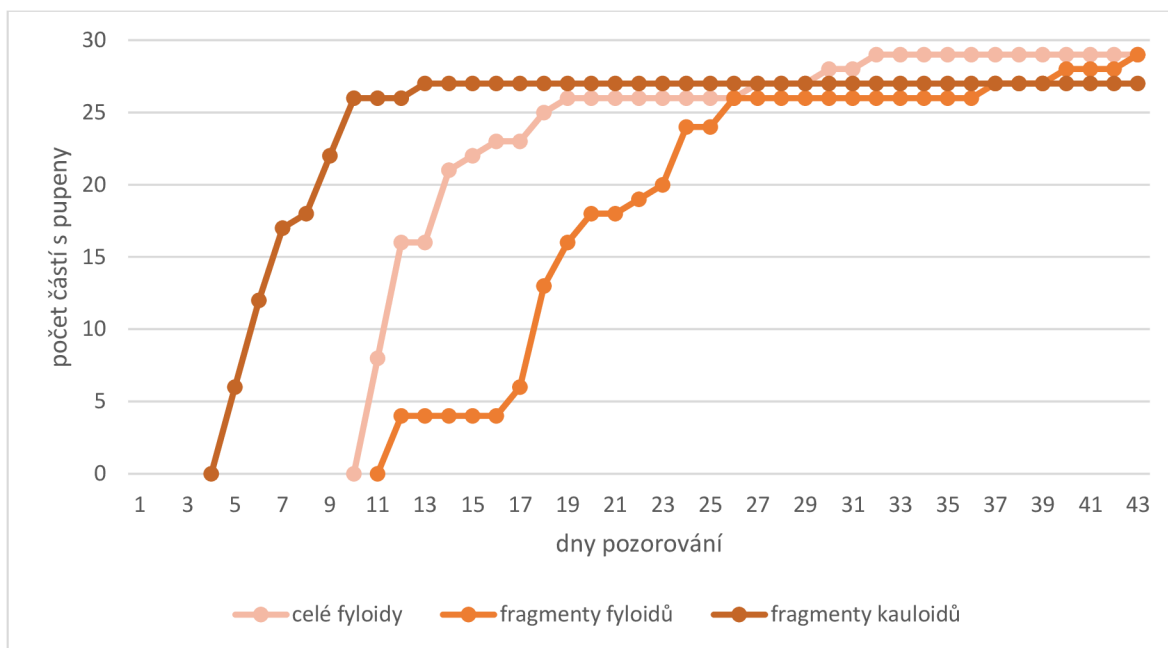
### 3.3.4 Průběh regenerace v období 26. 2. 2021 – 9. 4. 2021

Na fragmentech kauloidů se první protonemata objevila 4. den pozorování. První pupeny se objevily 5. den na 6 fragmentech. Na konci pozorování bylo na 27 fragmentech kauloidů dohromady 34 pupenů. Jeden fragment nesl nejvýše 2 pupeny. Zbylé 3 fragmenty neprojevily žádný náznak regenerace.

U celých fyloidů byla zaznamenána první protonemata 9. den pozorování. Pupy se pak objevily 11. den na 8 fragmentech. Po 6 týdnech bylo na 29 celých fyloidech napočítáno dohromady 54 pupenů. Pupy byly na 16 fyloidech blíže ke špičce, na 10 blíže k bázi a na 3

rozprostřeny po celém fyloidu. Z jednoho fyloidu rostly nejvýše 4 pupeny. Jeden fyloid, který nenesl žádné pupeny, vytvořil protonemata.

Na fragmentech fyloidů se první protonemata objevila 8. den pozorování. První pupeny pak byly zaznamenány 12. den na 4 fragmentech. Na konci pozorování byl alespoň jeden pupen na 29 fragmentech. Dohromady na nich bylo napočítáno 41 pupenů. Z jednoho fragmentu vyrůstaly nejvýše 3 pupeny. Jeden fragment, který nenesl žádný pupen, neprojevil ani jiný náznak regenerace.



**Graf 14: Počet regenerujících fragmentů ploníku ztenčeného (*Polytrichum formosum*)**

### 3.3.5 Průběh regenerace v období 22. 3. 2021 – 3. 5. 2021

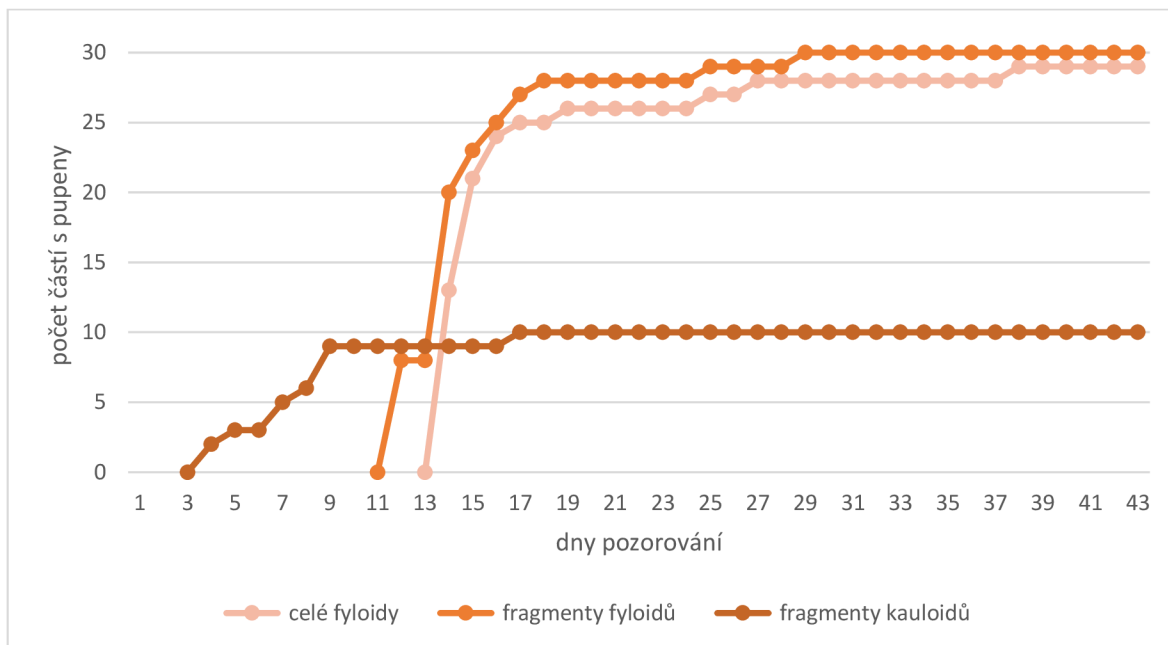
Na fragmentech kauloidů byla 3. den zaznamenána první protonemata. První pupeny se pak objevily 4. den na 2 fragmentech. Ze 30 fragmentů kauloidů vytvořilo 10 alespoň jeden pupen. Dohromady pak na nich bylo napočítáno 16 pupenů. Jeden fragment nesl nejvíce 3 pupeny. Ostatní fragmenty nevykazovaly žádný náznak regenerace.

U celých fyloidů byla první protonemata pozorována 9. den. První pupeny se objevily 14. den na 13 fyloidech. Do konce pozorování vytvořily všechny kromě jednoho alespoň jeden pupen. Dohromady na nich pak bylo napočítáno 98 pupenů. Tyto pupeny rostly na 2 fyloidech blíže ke špičce, na 10 blíže k bázi a na 17 po celém listu. Z jednoho fyloidu vyrůstalo nejvýše 5 pupenů. Jeden fyloid bez pupenů neprojevil ani jiné známky regenerace.

Fragменты fyloidů nesly první protonemata 7. den pozorování. První pupeny se objevily 12. den na 8 fragmentech. Všechny fragmenty fyloidů nesly na konci pozorování alespoň jeden

pupen. Dohromady na nich na konci pozorování bylo napočítáno 54 pupenů. Z jednoho fragmentu vyrůstalo nejvýše 7 pupenů.

Štěty a tobolky ploníku ztenčeného (*Polytrichum formosum*) bohužel neregenerovaly v žádném období.



**Graf 15: Počet regenerujících fragmentů ploníku ztenčeného (*Polytrichum formosum*)**

**Tab. 3: Četnost pupenů na regenerujících fragmentech ploníku ztenčeného (*Polytrichum formosum*) – souhrn za všechna pozorování**

počet pupenů na 1 fragment	fragменты kauloidů	celé fyloidy	fragменты fyloidů
0	54	9	8
1	55	39	58
2	34	36	37
3	6	27	23
4	1	17	11
5	0	13	7
6	0	2	4
7	0	2	2
8	0	2	0
10	0	2	0
11	0	1	0

## 4 Shrnutí výsledků a diskuse

Bopp (1983) uvádí, že mechy jsou rostlinky, které vyžadují až na výjimky spíše stinná místa, proto při experimentu potřebují spíše nižší intenzitu světla. Dále je vhodné, když se střídá světlo a tma, tedy den a noc. Tyto dvě podmínky byly při experimentech k této práci splněny. Jelikož však probíhaly za různých ročních období a nebylo dodáváno umělé světlo, nebyla pro všechna pozorování vždy stejná délka dne a noci. Tento fakt může lehce zkreslovat výsledky, neboť světlo může, ale nemusí mít na regeneraci vliv. Heald (1898) uvádí ze svých pozorování, že fyloidy na světle regenerovaly stejně jako fyloidy ve tmě u příbuzných druhů ploník obecný (*Polytrichum commune*) a bezvláska vlnkatá (*Atrichum undulatum*). Jediný rozdíl byl v tom, že pupeny ve tmě neměly tolik chlorofylů a tvořily více rhizoidů.

Teplotní podmínky při experimentech mechům vyhovují většinou okolo 20 °C (Bopp, 1983). V tomto experimentálním pozorování byla teplota po celou dobu udržována okolo 21 °C, což je poměrně optimální. Médium jakožto vlhčený vodou vatový tampónek nebyl úplně ideálně zvolen, protože s fragmenty nebylo možno moc manipulovat, jelikož se protonemata zarůstaly do podloží. Vhodnější by bylo médium s agarem a třeba s příměsí uhlí, jak uvádí Bopp (1983). Podmínky experimentů však odpovídaly dostupným možnostem autorky práce.

Tobolky ani štěty se bohužel nepodařilo zregenerovat ani u jednoho pozorovaného druhu mechu. Během pozorování se objevila plíseň, proto k nim není podrobnější popis.

### 4.1 Měřík příbuzný (*Plagiomnium affine* (Blandow) T. J. Kop.)

U tohoto druhu nejlépe regenerovaly fragmenty kauloidů, a to ve všech obdobích roku. Průměrná úspěšnost jejich regenerace byla 96 %. Celkem na fragmentech kauloidů vytvořil 180 pupenů, viz **Tab. 5**. Regenerační schopnost celých fyloidů a jejich fragmentů byla podobná. Průměrně regenerovalo 55 % fyloidů a 58 % fragmentů fyloidů. Celkem bylo na celých fyloidech 104 pupenů a na jejich fragmentech 108 pupenů. Nejvíce se celým fyloidům dařilo regenerovat v 1. a 3. pozorování. Fragmentům fyloidů se pak nejlépe dařilo v prvním a druhém pozorování.

První protonemata se na fragmentech kauloidů objevily buďto chvíli před pupeny nebo až zároveň s nimi. Na fyloidech a jejich fragmentech se objevily vždy první protonemata a až potom pupeny. Ty pak rostly poměrně rychle v nové rostlinky. Nejprve se vyšvihly kauloidy a na nich pomalu rostly fyloidy. Po ukončení pozorování byly většinou všechny mladé rostlinky viditelné pouhým okem.

Jak uvádí Misiura (1964) při svých pokusech s příbuzným měříkem tečkovaným (*Mnium punctatum* (Schreb.) Hedw.) řez fyloidů urychluje regeneraci, neboť i ve všech pozorovaných experimentech k této práci byly pupeny na fragmentech fyloidů zaznamenány o pár dní dříve než na celých fyloidech, nebylo to však velmi výrazné.

Maximální počet pupenů na jednom fragmentu kauloidů byl 4, na celém fyloidu 3 pupeny a na jeho fragmentu také 3 pupeny, viz **Tab. 1** na str. 32. Na fragmentech kauloidů se pupeny objevovaly po celé ploše, nikdy však nezačínaly přímo z řezu. Nejčastěji pupeny vyrůstaly při okraji fyloidů, ale objevovaly se i na jeho ploše nebo při žeburu. Tentýž poznatek má i Heald (1898) s příbuzným měříkem zobanitým (*Mnium rostratum* (Schrad.) T. J. Kop.). Hugonnot & Celle (2012) ve svém experimentu s příbuzným měříkem hvězdovitým (*Mnium stellare* Hedw.) popisují, že všechny buňky fyloidu jsou schopny vytvořit novou rostlinku. Dokonce ve svých pozorováních zaznamenali, že se pupeny objevily i mimo fragmenty na síti protonemat. Tento poznatek nebyl v experimentech k této práci zaznamenán, pravděpodobně z důvodu kratší doby pozorování. Pokud se objevil pupen na fyloidu nebo jeho fragmentu, vytvořila se na tom místě těsně před ním malá „ružice“ protonemat, na což přišel ve svých pozorováních i Heald (1898). Dále bylo shodně s výsledky od Lerstena (1961) vypořádováno, že se pupeny tvořily častěji na abaxiální straně fyloidů než na adaxiální straně fyloidů viz **Tab. 6**.

Fragmenty kauloidů změnily během pozorování barvu většinou ze světle zelené na tmavě zelenou až hnědou. Fyloidy a jejich fragmenty změnily v průběhu pozorování svou barvu ze světle zelené na žlutozelenou a střední žebro většinou zhnědlo.

#### **4.2 Bezláska vlnkatá (*Atrichum undulatum* (Hedw.) P. Beauv.)**

U tohoto druhu mechu měly s největší průměrnou úspěšností 95 % fragmenty fyloidů. Ty celkem vytvořily 170 pupenů, podrobněji v **Tab. 5**. Dařilo se jim nejvíce v prvním letním pozorování. Fragmenty kauloidů měly úspěšnost regenerace 90 % a celkem vytvořily 258 pupenů. Nejvíce se jim dařilo regenerovat v 1. a 2. pozorování. Nejmenší průměrnou úspěšnost měly celé fyloidy se 71 % a vytvořily celkem 144 pupenů. Ve srovnání měl Gemmell (1953) úspěšnost regenerace u celých fyloidů 64 %. Největší tendenci k regeneraci měly celé fyloidy v prvním pozorování.

Nejmenší tendence k regeneraci byla zaznamenána u všech fragmentů ve 4. měření, které probíhalo v zimním období, což odpovídá i výsledkům Gemmella (1953), který zmiňuje, že v podzimním a zimním období je síla regenerace u bezlásky nižší. V této práci však nebyl zaznamenán rozdíl v ročních obdobích velký, což může být způsobeno i jiným podnebím, a



tedy jinými přírodními podmínkami, než měl Gemmell (1953) ve Velké Británii, kde experiment prováděl a odkud také měl vzorky mechu.

První protonemata se u kauloidů objevila buďto chvíli před pupeny, nebo zároveň s nimi. Tyto protonemata byly bezbarvé, stejně jak popisuje Heald (1898). Na fyloidech a jejich fragmentech se vždy první objevilo alespoň jedno krátké protonema a až následně pupen. Ty pak ve srovnání s měříkem příbuzným (*Plagiomnium affine*) nerostly tak rychle, spíše postupně přirůstaly nové fyloidy.

Pupeny na fyloidech se tvořily vždy pouze na adaxiální straně fyloidu. Průměrně na celých fyloidech byly pupeny v 57 % blíže špičce, ve 34 % byly blíže k bázi a v 9 % byly pupeny rozprostřeny po celém listu, podrobněji v **Tab. 7**. Na fragmentech fyloidů, které byly příčně rozděleny napůl, se pupeny tvořily nejčastěji ve špičce fyloidu, nebo v druhé polovině co nejbližší řezu. Stejně tak i Gemmell (1953) píše, že se většina pupenů objevovala při špičce, popřípadě na fragmentech poblíž řezu. Dále se pupeny vyvíjely buďto přímo mezi lamelami v žebří, poblíž něj nebo z toho místa vyrostlo protonema, na kterém se později vytvořil pupen. Tyto výsledky o fyloidech se shodují i s výsledky, ke kterým došli Heald (1898) a Gemmell (1953) ve svých experimentech. Podobné výsledky měli i Giordano et al. při pozorování bokoplodky kostrbaté (*Pleurochaete squarrosa* (Brid.) Lindb).

V těchto pokusech i v pokusech, které prováděl Gemmell (1953) je jasné, že řez fyloidů urychluje regeneraci, neboť ve všech případech byly pupeny na fragmentech fyloidů zaznamenány dříve než na celých fyloidech.

Na jednom fyloidu byly napočítány vždy maximálně 4 pupeny, stejně tak na fragmentech fyloidů viz **Tab. 2** na str. 39. Z jednoho fragmentu kauloidů vyrůstalo nejvíce 5 pupenů. Ve dvou pozorováních se u celých fyloidů objevil pupen na „pochvě“, kde se jednalo pravděpodobně o pozůstatek buněk z kauloidu, neboť se tento pupen objevil velmi brzy od ostatních pupenů, které byly vytvořeny na fyloidech. Tuto regeneraci popisuje i Gemmell (1953) při svém pozorování. Často se objevoval také jev, kdy z jednoho pupenu vyrůstalo více rostlinek.

Celkový vzhled fyloidů a jejich fragmentů se po 6 týdnech změnil, zejména jejich barva přešla ze světle zelené u mladších fyloidů na tmavě zelenou a u starších někdy až na žlutohnědou. Rovněž kauloidy změnilly barvu z tmavě zelené na hnědou. Podobné změny popisuje i Gemmell (1953).

### 4.3 Ploník ztenčený (*Polytrichum formosum* Hedw.)

U tohoto druhu nejlépe regenerovaly fragmenty fyloidů s úspěšností 95 %. Vytvořily celkem 273 pupenů, podrobněji v **Tab. 5**. V průběhu všech pozorování měly dobrou úspěšnost, vždy nad 92 %. Průměrná úspěšnost celých fyloidů byla podobná a to 93 %. Vytvořily dohromady 442 pupenů. Celým fyloidům se dařilo poměrně stejně dobře ve všech pozorováních, největší odchylka ve snížení regenerace byla zaznamenána ve 3. pozorování, tedy podzimním. Fragmenty kauloidů měly průměrnou úspěšnost 64 %. Nejmenší míra regenerace byla zaznamenána v posledním jarním pozorování, největší naopak v prvním letním pozorování.

První protonemata se u kauloidů objevila buďto chvíli před pupeny, nebo zároveň s nimi. Na fyloidech a jejich fragmentech se vždy první objevilo alespoň jedno krátké protonema a až následně pupeny. Ty pak ve srovnání s měříkem příbuzným (*Plagiomnium affine*) rostly pomaleji, spíše postupně přirůstaly nové lístky.

Pupeny na fyloidech se tvořily vždy na adaxiální straně, stejně jak popisuje Heald (1898). Průměrně na celých fyloidech byly pupeny v 38 % blíže ke špičce, ve 33 % blíže k bázi a ve 29 % byly rozprostřeny pupeny po celém listu, podrobněji v **Tab. 7**. To může znamenat, že pupeny nemají větších předpokladů pro vznik v nějaké určité části fyloidu.

Řez fyloidů podle Mickiewicz (1975) urychluje regeneraci. Výsledky pozorování v této práci to vyloženě nepotvrzují, jelikož v 1., 2. a 5. pozorování vytvořily fragmenty fyloidů pupeny dříve než celé fyloidy, avšak ve 4. pozorování se dříve pupeny objevily na celém fyloidu a ve 3. pozorování se objevily pupeny ve stejný den na celých fyloidech i fragmentech.

Na jednom celém fyloidu bylo nejvíce zaznamenáno 11 pupenů, na fragmentu fyloidu 7 pupenů a na fragmentu kauloidů 4 pupeny viz **Tab. 3**. Pupenům předcházelo vždy pár protonemat, stejně jak píše Heald (1898). Na fragmentech kauloidů se pupeny tvořily většinou zpod útržků fyloidů, nikdy nerostly z konců kauloidu, což zmiňuje ve svém pozorování i Mickiewicz (1975). Nové rostlinky se tvořily z pupenů pomalu lístek po lístku.

V pozorování regenerace fragmentů kauloidů, zejména ve 3. a 5. je úspěšnost pod 50 %. To může být způsobeno výběrem fragmentů. Mickiewicz (1975) ze svých pokusů vynesla závěr, že schopnost regenerace kauloidů od vrcholu směrem k bázi klesá. Konkrétněji její zelené vrcholové části mají 91 % úspěšnost, prostřední části 83 % a spodní části 65 %. Vybrané fragmenty tak v těchto méně zdařilých pozorováních mohly být spíše ze spodní části kauloidu.

Zbarvení fyloidů a jejich fragmentů se po ukončení pozorování změnilo, hodně ztmavly až skoro do hnědé barvy v některých případech. Kauloidy se zachovaly stejně, všechny až na pár výjimek změnily svou barvu z tmavě zelené na hnědou.

#### **4.4 Srovnání regenerace zkoumaných druhů mechů**

Fragmenty kauloidů regenerovaly nejlépe od měříku příbuzného (*Plagiomnium affine*) s průměrnou úspěšností 96 %. Naopak nejmenší průměrnou míru regenerace měly fragmenty kauloidů ploníku ztenčeného (*Polytrichum formosum*) s úspěšností 64 %.

Celé fyloidy měly největší míru regenerace u ploníku ztenčeného (*Polytrichum formosum*) s průměrnou úspěšností 93 %. Nejmenší průměrnou úspěšnost regenerace 55 % měly fyloidy měříku příbuzného (*Plagiomnium affine*).

U fragmentů fyloidů mechů bezvlásky vlnkaté (*Atrichum undulatum*) a ploníku ztenčeného (*Polytrichum formosum*) byla stejná průměrná úspěšnost regenerace 95 %. Naproti tomu měřík příbuzný měl u fragmentů fyloidů úspěšnost pouhých 58 %.

**Tab. 4: Absolutní a relativní četnost regenerujících částí vybraných druhů mechů**

	počet reg. částí měříku příbuzného ( <i>Plagiomnium affine</i> )	počet reg. částí bezvlásky vlnkaté ( <i>Atrichum undulatum</i> )	počet reg. částí ploníku ztenčeného ( <i>Polytrichum formosum</i> )
fragmenty kauloidů			
1. pozorování	30 (100 %)	28 (93 %)	28 (93 %)
2. pozorování	29 (97 %)	28 (93 %)	18 (60 %)
3. pozorování	25 (83 %)	26 (87 %)	13 (43 %)
4. pozorování	30 (100 %)	26 (87 %)	27 (90 %)
5. pozorování	30 (100 %)	26 (87 %)	10 (33 %)
průměr:	29 (96 %)	27 (90 %)	19 (64 %)
celé fyloidy			
1. pozorování	20 (67 %)	26 (87 %)	29 (97 %)
2. pozorování	16 (53 %)	25 (83 %)	28 (93 %)
3. pozorování	20 (67 %)	22 (73 %)	25 (83 %)
4. pozorování	19 (63 %)	10 (33 %)	29 (97 %)
5. pozorování	7 (23 %)	24 (80 %)	29 (97 %)
průměr:	16 (55 %)	21 (71 %)	28 (93 %)
fragmenty fyloidů			
1. pozorování	23 (76 %)	29 (97 %)	28 (93 %)
2. pozorování	23 (76 %)	26 (87 %)	29 (97 %)
3. pozorování	15 (50 %)	24 (80 %)	27 (90 %)
4. pozorování	18 (60 %)	20 (67 %)	29 (97 %)
5. pozorování	8 (27 %)	28 (93 %)	30 (100 %)
průměr:	17 (58 %)	25 (95 %)	29 (95 %)

**Tab. 5: Celkový počet pupenů na regenerujících částech vybraných druhů mechů**

	počet pupenů měříku příbuzného ( <i>Plagiomnium affine</i> )	počet pupenů bezvlásky vlnkaté ( <i>Atrichum undulatum</i> )	počet pupenů ploníku ztenčeného ( <i>Polytrichum formosum</i> )
fragmenty kauloidů			
1. pozorování	38	53	52
2. pozorování	37	61	25
3. pozorování	35	28	18
4. pozorování	36	44	34
5. pozorování	34	72	16
celkem:	180	258	145
celé fyloidy			
1. pozorování	28	39	108
2. pozorování	21	36	119
3. pozorování	24	26	63
4. pozorování	22	10	54
5. pozorování	9	33	98
celkem:	104	144	442
fragmenty fyloidů			
1. pozorování	28	33	80
2. pozorování	31	37	64
3. pozorování	20	30	34
4. pozorování	20	23	41
5. pozorování	9	47	54
celkem:	108	170	273

**Tab. 6: Umístění pupenů na celých fyloidech měříku příbuzného (*Plagiomnium affine*) (absolutní a relativní četnost)**

	četnost pupenů na adaxiální straně fyloidu	četnost pupenů na abaxiální straně fyloidu
1. pozorování	13 (46 %)	15 (54 %)
2. pozorování	9 (43 %)	12 (57 %)
3. pozorování	7 (29 %)	17 (71 %)
4. pozorování	9 (41 %)	13 (59 %)
5. pozorování	3 (33 %)	6 (67 %)
průměr:	8 (38 %)	13 (62 %)

**Tab. 7: Umístění pupenů na celých fyloidech u dvou pozorovaných druhů mechů;**  
*Pozn.: u měřiku příbuzného (*Plagiomnium affine*) se vyskytují pupeny libovolně z jakékoliv buňky fyloidu z obou stran, proto nejsou jeho data zahrnuta do této tabulky a porovnávají se zbylými dvěma druhy pozorovaných mechů*

	bezvláska vlnkatá ( <i>Atrichum undulatum</i> )	ploník ztenčený ( <i>Polytrichum formosum</i> )
1. pozorování		
celkem fyloidů	26	29
špička	16 (61 %)	11 (38 %)
báze	8 (31 %)	10 (35 %)
celý	2 (8 %)	8 (27 %)
2. pozorování		
celkem fyloidů	25	28
špička	12 (48 %)	7 (25 %)
báze	10 (40 %)	11 (39 %)
celý	3 (12 %)	10 (36 %)
3. pozorování		
celkem fyloidů	22	25
špička	14 (63 %)	16 (64 %)
báze	7 (32 %)	6 (24 %)
celý	1 (5 %)	3 (12 %)
4. pozorování		
celkem fyloidů	10	29
špička	6 (50 %)	16 (55 %)
báze	4 (40 %)	10 (35 %)
celý	0	3 (10 %)
5. pozorování		
celkem fyloidů	24	29
špička	13 (54 %)	2 (7 %)
báze	6 (25 %)	10 (35 %)
celý	5 (21 %)	17 (58 %)
průměr		
špička	57 %	38 %
báze	34 %	33 %
celý	9 %	29 %

## 5 Závěr

Práce byla zaměřená na zjišťování schopnosti regenerace kauloidů, fyloidů, štětů a tobolek u druhů měřík příbuzný (*Plagiomnium afinne* (Blandow) T. J. Kop.), bezvláska vlnkatá (*Atrichum undulatum* (Hedw.) P. Beauv.) a ploník ztenčený (*Polytrichum formosum* Hedw.). Celkem proběhlo 5 pozorování v průběhu let 2020 a 2021.

U měříku příbuzného (*Plagiomnium afinne*) měly fragmenty kauloidů průměrnou úspěšnost 96 %. Fragmenty začaly regenerovat okolo 3. dne pozorování a první pupeny se začaly objevovat okolo 4. dne. Nejvyšší počet pupenů na jednom fragmentu byl 4. Celé fyloidy měly průměrnou úspěšnost regenerace 55 %. První projevy regenerace u nich byly okolo 5. dne pozorování a první pupeny se pak začaly objevovat okolo 13. dne. Z jednoho fyloidu vyrůstaly maximálně 3 pupeny. Fragmenty fyloidů měly průměrnou úspěšnost regenerace 58 %. První projevy regenerace byly zaznamenány okolo 5. dne pozorování a první pupeny se objevovaly okolo 12. dne. Jeden fragment fyloidu nesl nejvýše 3 pupeny. U štětů a tobolek se regenerace nevydařila.

Bezvláska vlnkatá (*Atrichum undulatum*) měla u fragmentů kauloidů 90 % průměrné úspěšnosti. Fragmenty začaly regenerovat okolo 3. dne pozorování a první pupeny se objevily okolo 4. dne. Nejvyšší počet pupenů na jednom fragmentu kauloidu byl 5. Celé fyloidy měly průměrnou úspěšnost regenerace 71 %. Začaly regenerovat okolo 8. dne pozorování a první pupeny se objevily mezi 17. a 22. dnem. Jeden fyloid nesl maximálně 4 pupeny. Fragmenty fyloidů měly průměrnou úspěšnost regenerace 95 %. Začaly regenerovat okolo 7. dne pozorování a mezi 8. a 21. dnem se objevily první pupeny. Jeden fragment fyloidu nesl nanejvýš 4 pupeny. U štětů a tobolek se regenerace nepodařila.

Ploník ztenčený (*Polytrichum formosum*) měl průměrnou úspěšnost u fragmentů kauloidů 64 %. Fragmenty začaly regenerovat okolo 4. dne pozorování stejně tak jako začaly vznikat první pupeny. Jeden fragment kauloidu nesl maximálně 4 pupeny. U celých fyloidů byla průměrná úspěšnost 93 %. Fyloidy začaly regenerovat okolo 7. dne pozorování a první pupeny se začaly objevovat okolo 11. dne. Z jednoho fyloidu vyrůstalo nejvíce 11 pupenů. Fragmenty fyloidů měly průměrnou úspěšnost 95 %. Začaly regenerovat okolo 7. dne pozorování a okolo 12. dne se objevovaly první pupeny. U štětů a tobolek se regenerace nepodařila.

Z fragmentů lodyžek nejlépe regenerovaly po celý rok ty od měříku, také začaly regenerovat nejdříve. U celých fyloidů si dobrou regenerační schopnost udržoval po celý rok ploník. Nejdříve začaly regenerovat fyloidy měříku, které pak zhruba ve stejnou dobu jako

fyloidy ploníku začaly vytvářet první pupeny. Fragmenty fyloidů měly stejně dobrou regenerační schopnost u ploníku i u bezvlásky. V rychlosti regenerace a tvoření prvních pupenů na fragmentech fyloidů však byli lepší měřík a ploník.

U měříku mělo na jeho fyloidy negativní vliv trošku jaro, v němž byla jejich schopnost vytvářet pupeny opravdu nízká. Naproti tomu jeho kauloidy si udržovaly vysokou regenerační schopnost po celý rok. Zimní období mělo zřejmě negativní vliv na regeneraci bezvlásky, což je vidět ve 4. pozorování. Ploník měl horší regenerační schopnosti ve 3. pozorování, které probíhalo na podzim.



## 6 Seznam použité literatury

1. BALABÁN, Karel. *Lesnický významné lišejníky, mechorosty, kapradorosty*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1960, 230 s.
2. BOEDELTE, Ger, SOLLMAN, Philip & John P. M. LENSSEN. Floating ability, shoot length and abundance facilitate hydrochorous dispersal of moss and liverwort fragments, *Journal of Vegetation Science*, 2019, **30** (1), stránky 30-41.
3. BOPP, Martin. Chapter 6. Developmental physiology of bryophytes. - In: Schuster R. M., [ed.], *New manual of bryology 1*, 1983, 276-324.
4. DURING, Heinjo J. Life Strategies of Bryophytes: A Preliminary Review. *Lindbergia*, **5** (1), 1979, stránky 2-18.
5. FREY, Wolfgang & Harald KÜRSCHNER. Asexual reproduction, habitat colonization and habitat maintenance in bryophytes. *Flora*, 2011, **206** (3), stránky 173-184.
6. GAY, L. The Development of Leafy Gametophytes from Isolated Protoplasts of *Polytrichum juniperinum* Willd. *Zeitschrift für Pflanzenphysiologie*, 1976, **79** (1), stránky 33-39
7. GEMMELL, Alan Robertson. Regeneration from the Leaf of *Atrichum undulatum* (Hedw.) P. Beauv., Transactions of the British Bryological Society, 1953, **2** (2), stránky 203-213.
8. GIORDANO, Simonetta, SPAGNUOLO, Valeria, ESPOSITO Assunta & Adriana BASILE. Regeneration from detached leaves of *Pleurochaete squarrosa* (Brid.) Lindb. in culture and in the wild. *Journal of Bryology*, 1996, **19** (2), stránky 219-227
9. GLIME, Janice M. Birds and Bryophytes Intersect. Chapt. 16-1. In: Glime, J. M. *Bryophyte Ecology. Volume 2. Bryological Interaction*. eBook sponsored by Michigan Technological University and the International Association of Bryologists. 2017. dostupné z:  
<https://digitalcommons.mtu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1189&context=bryo-ecol-subchapters> [2021-4-23]
10. GLOSER, Jan. Antarktické vegetační oázy 3. Mechorosty. *Živa*, 2008, **3**: 117-120.
11. GOODE, J. A., STEAD A. D. & G. DUCKETT. Studies of protonemal morphogenesis in mosses IV. *Aloina* (Pottiales), *Journal of Biology*, 1994, **18**, stránky 27-41.

12. GOFFINET, Bernard & A. Jonathan SHAW. Chapter 2. Morphology, anatomy, and classification of the Bryophyta. – In: *Bryophyte Biology: Second Edition*. Cambridge University Press, 2008, stránky 55-138.
13. GREVEN, Henk C. Changes in the moss flora of The Netherlands, *Biological Conservation*, 1992, **59**, stránky 133-137.
14. GUNNARSSON Urban & Lars SÖDERSTROM. Can artificial introductions of diaspore fragments work as a conservation tool for maintaining populations of the rare peatmoss *Sphagnum angermanicum?*, *Biological Conservation*, 2007, **135**, stránky 450-458.
15. HEALD, Fred de Forest, A study od regeneration as exhibited by mosses. *Botanical Gazette*. 1898, **26** (3), stránky 169-210.
16. HORNSCHUH, M., GROTHA, R. & U. KUTSCHERA, Moss-associates methylobacteria as phytosymbionts: an experimental study, *Naturwissenschaften*, 2006, **93**, stránky 480-486.
17. HRADÍLEK, Zbyněk, *Mechorosty: mechorosty botanické zahrady Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2012, 20 s., Skripta. ISBN 978-80-244-3341-7.
18. HUGONNOT, Vincent & Jaoua CELLE. Asexual reproduction by leaf fragmentation in *Mnium stellare* Hedw. *Journal od Bryology*, 2012, **34** (1), stránky 67-70.
19. CHOPRA, Ram Nath & P.K. KUMRA. *Biology of bryophytes*. New Delhi: New Age International (P) Limited, Publishers, 2005, 320 s., ISBN: 81-224-1343-9. Dostupné online:  
[https://books.google.cz/books?id=zYj4Re6VNc0C&printsec=frontcover&hl=cs&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.cz/books?id=zYj4Re6VNc0C&printsec=frontcover&hl=cs&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false) [2021-4-20]
20. KALINA, Tomáš a Jiří VÁŇA. *Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii*. Praha: Univerzita Karlova v Praze- nakladatelství Karolinum, 2005, 606 s., ISBN 80-246-1036-1.
21. KREMER, Bruno P. & Hermann MUHLE. *Lišejníky, mechorosty, kapradorosty: evropské druhy*. [překl.] Hana JANÁČKOVÁ. Praha: Knižní klub, 1998, 286 s. ISBN: 80-7176-804-9.

22. KUBEŠOVÁ, Svatava, Zdenek MUSIL, Ivan NOVOTNÝ, Vítězslav PLÁŠEK a Magda ZMRHALOVÁ. *Mechorosty: součást naší přírody*. Prostějov: Český svaz ochránců přírody, 2009, 82 s., ISBN 978-80-254-6057-3.
23. KUČERA, Jan, Čeled': *Grimmiaceae* Arn. – děrkavkovité. Verze 2.2 (28.11.2014). – In. Kučera J. (ed.), *Mechorosty České republiky – online klíče, popisy a ilustrace*. 2014, dostupné z: <https://botanika.prf.jcu.cz/bryoweb/klic/genera/grimmia.html> [návštěva 19.5.2021]
24. KUČERA, Jan, Čeled': *Bryaceae* Schwägr. – prutníkovité. Verze 1.3 (26.4.2017). – In. Kučera J. (ed.), *Mechorosty České republiky – online klíče, popisy a ilustrace*. 2017, dostupné z: <https://botanika.prf.jcu.cz/bryoweb/klic/genera/bryum.html> [návštěva 19.5.2021]
25. LA FARGE, Catherine, Krista H. WILLIAMS & John H. ENGLAND. Regeneration of Little Ice Age bryophytes emerging from a polar glacier with implications of totipotency in extreme environments. *National Academy of Science*, [online], 2013, **110** (24), ISSN 1091-6490
26. LERSTEN, Nels R. A Comparative Study of Generation from Isolated Gametophytic Tissues in *Mnium*. *The Bryologist*, 1961, **64** (1), stránky 37-47
27. LI, Lin-Hui, WANG, Xian-Ping, HOU, Wan-Ru, LIU, Xiang-Lin & Yi-Kun He. An efficient protocol for plant regeneration from protoplasts of the moss *Atrichum undulatum* P. Beauv *in vitro*. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 2005, **82**, stránky 281-288
28. LONGTON, Royce E., Reproduction and rarity in British mosses. *Biological Conservation*, 1992, **59**, stránky 89-98.
29. MEYER, Samuel L. Physiological studies on Mosses. IV. Regeneration in *Physomitrium turbinatum*. *Botanical Gazette*, 1942, **104**, stránky 128-132.
30. MICKIEWICZ, Jadwiga. Vegetative multiplication and regeneration of *Polytrichum commune* populations. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 1975, **44** (1), stránky 15-24.
31. MISIURA, Maria. Regeneration of the gametophyte and vegetative propagation in *Mnium punctatum* (Schreb.) Hedw., *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 1964, **33** (2), stránky 451-459

32. PARSONS, Jen Grace, CAIRNS, Andi, JOHNSON, Christopher N. & Simon K. A. ROBSON. Bryophyte dispersal by flying foxes: a novel Discovery. *Oecologia*, 2007, **152**, stránky 112-114.
33. PAULIUK, Franziska, MÜLLER, Jörg & Thilo HEINKEN. Bryophyte dispersal by sheep on dry grassland. *Nova Hedwigia*, 2011, **92**, stránky 327-341.
34. PILOUS, Zdeněk. *Naše mechy: ilustrovaný klíč k určování mechů československých*. Praha: Československá botanická společnost, 1948, 324 s.
35. PLÁŠEK, Vítězslav. *Základy bryologie: systém, fylogeneze a ekologie mechorostů*. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 2005, 79 s., ISBN 80-7368-095-5.
36. RUDOLPHI, Jörgen. Ant-Mediated Dispersal of Asexual Moss Propagules. *The Bryologist*, 2009, **112** (1), stránky 73-79.
37. RYDIN, Hakan. Population and community ecology of bryophytes. – In: *Bryophyte Biology: Second Edition*. Cambridge University Press, 2008, stránky 393-444.
38. SMITH, A. J. E. *The moss flora of Britain and Ireland*. Cambridge: Cambridge University Press, 2004, 1012 s., ISBN 0 521 81640 8
39. STANGE, Luis. Regeneration in lower plants. *Advanc. Morphogenesis* 4, 1965. cit.: Bopp, Martin. Chapter 6. Developmental physiology of bryophytes. - In: Schuster R. M., [ed.], *New manual of bryology 1*, 1983, stránky 276-324.
40. STARK, Lloyd R. Widespread sporophyte abortion following summer rains in Mojave desert populations of *Grimmia orbicularis*. *Bryologist*, 2001, **104**, stránky 115-125.
41. VÁŇA, Jiří. *Obecná bryologie*. Praha: Karolinum, 2006a, 187 s., ISBN 80-246-1093-0.
42. VÁŇA, Jiří. *Speciální bryologie II/1*. Praha: Univerzita Karlova v Praze- nakladatelství Karolinum, 2006b, 47 s., ISBN 80-246-1264-X.
43. VÁŇA, Jiří. *Speciální bryologie II/2*. Praha: Univerzita Karlova v Praze- nakladatelství Karolinum, 2007, 92 s., ISBN 978-80-246-1399-4.

## 7 Seznam zdrojů obrázků

**Obrázek 1: Mapa výskytu bezvlásky vlnkaté (*Atrichum undulatum*) v České republice.**

In: <https://portal.nature.cz/nd/> [online]. [cit. 2021-3-2]. Dostupné z:

[https://portal.nature.cz/publik\\_syst/nd\\_nalez-public.php?idTaxon=1518](https://portal.nature.cz/publik_syst/nd_nalez-public.php?idTaxon=1518)

**Obrázek 2: Mapa výskytu ploníku ztenčeného (*Polytrichum formosum*) v České republice.** In: <https://portal.nature.cz/nd/> [online]. [cit. 2021-3-2]. Dostupné z:

[https://portal.nature.cz/publik\\_syst/nd\\_nalez-public.php?idTaxon=2123](https://portal.nature.cz/publik_syst/nd_nalez-public.php?idTaxon=2123)

**Obrázek 3: Mapa výskytu měříku příbuzného (*Plagiomnium affine*) v České republice.**

In: <https://portal.nature.cz/nd/> [online]. [cit. 2021-3-2]. Dostupné z:

[https://portal.nature.cz/publik\\_syst/nd\\_nalez-public.php?idTaxon=2066](https://portal.nature.cz/publik_syst/nd_nalez-public.php?idTaxon=2066)

**Obrázky 4 až 19** jsou od autorky práce