

Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích

Přírodovědecká fakulta

**Reprodukční mechanismy apomiktických a
sexuálních druhů kapradin**

Diplomová práce

Bc. Alžběta Férová

Školitel: RNDr. Libor Ekrt, Ph. D.

Konzultant: Mgr. Ondřej Hornych, Ph. D.

České Budějovice 2021

Férová, A., 2021: Reprodukční mechanismy apomiktických a sexuálních druhů kapradin. [Reproductive mechanisms of apomictic and sexual fern species. Mgr. Thesis, in Czech.] – 103 p., Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

Anotace:

Reproductive mechanisms between apomictic and sexual ferns and their hybrids were compared. In addition, a revision of gametangial expression of apomictic taxa of ferns was performed. Genome size of gametophytes or sporophytes of selected apomicts, hybrids of sexual and apomictic taxa was measured.

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracovala pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne 14. 4. 2021

.....

Alžběta Férová

Poděkování

V první řadě děkuji svému školiteli Liboru Ekrtovi a konzultantovi Ondřeji Hornychovi za uvedení do problematiky, cenné rady a trpělivé vedené mé diplomové práce. Děkuji O. Hornychovi a J. Košnarovi za pomoc se statistickým zpracováním dat. Za poskytnutí vzorků děkuji B. Aikinsovi, K. Horimu, H. W. Bennertovi, S. Jessenovi, L. Ekrtovi, O. Hornychovi, K. Vejvodové a Carolina Biological Supply Company. Velký dík patří mé rodině za podporu po celou dobu mého studia.

Obsah

| | |
|---|----|
| 1 Úvod..... | 6 |
| 2 Cíle práce..... | 8 |
| 3 Literární rešerše | 8 |
| 3.1 Faktory ovlivňující reprodukční mechanismy kapradin..... | 8 |
| 3.1.1 Abiotické faktory..... | 9 |
| 3.1.2 Biotické faktory..... | 13 |
| 3.1.3 Populačně genetické faktory | 14 |
| 3.1.4 Sexualita versus apomixie..... | 16 |
| 3.2 Křížení sexuálních a apomiktických druhů kapradin | 19 |
| 4 Materiál a metody | 20 |
| 4.1 Kultivace vybraných taxonů kapradin..... | 20 |
| 4.1.1 Kultivace výtrusů..... | 25 |
| 4.1.2 Kontrola reprodukčních vlastností | 25 |
| 4.1.3 Vyhodnocení dat..... | 27 |
| 4.2 Revize gametangií u apomiktů v literatuře..... | 28 |
| 4.3 Analýza ploidní úrovně | 28 |
| 5 Výsledky..... | 29 |
| 5.1 Porovnání reprodukčních vlastností mezi apomiktickými taxony, sexuálními taxony a jejich kříženci..... | 29 |
| 5.1.1 Vliv stáří a cestování výtrusů poštou..... | 30 |
| 5.1.2 Klíčení..... | 31 |
| 5.1.3 Tvorba laterálních meristémů | 35 |
| 5.1.4 Tvorba antheridií | 36 |
| 5.1.5 Tvorba archegonií..... | 39 |
| 5.1.6 Tvorba sporofytů | 41 |

| | |
|--|----|
| 5.1.7 Vliv způsobu reprodukce | 43 |
| 5.2 Revize gametangií u apomiktů v literatuře..... | 48 |
| 5.3 Analýza ploidní úrovně vypěstovaných gametofytů a sporofytů..... | 49 |
| 6. Diskuse | 50 |
| 6.1 Porovnání reprodukčních vlastností mezi apomiktickými taxony, sexuálními taxony a jejich kříženci..... | 50 |
| 6.1.1. Skladování a přesun výtrusů poštou, podmínky kultivace..... | 50 |
| 6.1.2 Stáří a klíčení výtrusů | 51 |
| 6.1.3 Tvorba laterálních meristémů a gametangií..... | 54 |
| 6.1.4 Tvorba gametangií u apomiktů | 55 |
| 6.1.4 Tvorba sporofytů | 56 |
| 6.1.5 Kříženci apomiktických a sexuálních taxonů | 56 |
| 6.2 Analýza ploidní úrovně vypěstovaných gametofytů a sporofytů..... | 57 |
| 7 Závěr | 59 |
| 8 Seznam použitých zdrojů | 61 |
| 8.1 Literatura..... | 61 |
| 8.3 Software..... | 79 |
| 9 Přílohy | 80 |

1 Úvod

Životní cyklus vyšších rostlin zahrnuje střídání gametofytické a sporofytické fáze. Zatímco gametofyt mechů je dlouhověký a sporofyt je na něm závislý, u semenných rostlin je naopak gametofyt závislý na sporofytu. Kaprad'orosty, cévnaté výtrusné rostliny, jsou unikátní prostorovou a nutriční nezávislostí obou fází na sobě navzájem (Haufler et al. 2016). Toto činí kaprad'orosty neobyčejnou skupinou, u jedné entity lze studovat dvě nezávislé, různě se chovající, životní fáze.

Reprodukce kapradin je ovlivňována řadou faktorů. Na klíčení výtrusů má největší vliv osvětlení a chemismus substrátu, v případě experimentálního studia tedy složení kultivačního média (Raghavan 1989). Vysoká hustota gametofytů v populaci zase limituje jejich velikost (Huang et al. 2004, DeSoto et al. 2008). Tvorba gametangií je ovlivněna především rostlinnými feromony, antheridiogeny. Antheridiogeny vylučované do prostředí samičími gametofyty inhibují u mladých gametofytů tvorbu archegonií, a naopak u nich stimulují tvorbu antheridií (Näf et al. 1975, Hornych et al. 2021).

Zásadní roli hraje také způsob reprodukce. V případě sexuálního rozmnožování je gametofytická fáze haploidní, splynutím pohlavních gamet, pak nastává diploidní sporofytická fáze (Qiu et al. 2012). Jedním ze způsobů nepohlavního rozmnožování je apomixie. Apomiktické semenné rostliny nejsou časté, uvádí se u 1% rostlin (Bicknell and Koltunow 2004, Krahulcová et al. 2009, Becks and Alavi 2015). U kapradin bylo odhadnuto, že apomiktických je cca 10% (Lovis 1977), tento odhad je zřejmě nadhodnocený, jelikož studie založené na konkrétních datech uvádí 3% apomiktických kapradin (Liu et al. 2012). Při apomixii u kapradin dochází k nepravdělné sporogenezi vedoucí k tvorbě abortovaných či vyvinutých výtrusů s neredukovanou ploidií (diplospor). Sporofyt se pak utváří přímo z tkáně gametofytu bez splynutí pohlavních gamet, obě fáze životního cyklu tedy mají totožnou ploidií (Ranker and Haufler 2008, Grusz 2016).

Apomiktické druhy jsou schopny utvářet funkční samčí pohlavní orgány tzv. antheridia, avšak všeobecně se uvádí, že k tvorbě funkčních samičích pohlavních orgánů tzv. archegonií nedochází (Walker 1962, Whittier 1968, Puspitasari et al. 2015). Výjimkou je například studie Haufler and Gastony (1978), která zaznamenala funkční archegonia v kultivaci *Bommeria pedata*. Na tvorbu funkčních archegonií u apomiktů ukazují i studie uvádějící, že apomiktické taxony mohly být při křížení se sexuálními taxony mateřské (Hori et al. 2014, Hori et al. 2018c, Hori and Murakami 2019).

Reprodukční mechanismy kapradin z hlediska reprodukčních způsobů jsou dosud známy pouze z dílčích studií věnovaných jednomu či skupině několika taxonů. Komplexní porovnání reprodukčních mechanismů sexuálních a apomiktických taxonů ve standardizovaných podmínkách zatím zcela chybí. A proto je takovéto porovnání cílem této diplomové práce.

Tvorba gametangií a viabilních spermatozoidů umožňuje apomiktům křížení se sexuálními druhy. U některých kříženců apomiktických a sexuálních druhů dochází k tvorbě různě velkých výtrusů (Ekrt and Koutecký 2016, Férová 2018). Například pentaploidní *Dryopteris ×critica*, kříženec sexuálního *Dryopteris filix-mas* a apomiktického *Dryopteris borerri*, produkuje výtrusy dvou velikostí a dvou různých velikostí genomu. Teoreticky by tyto kříženci mohli být schopni reprodukovat se apomiktickou cestou díky neredukovaným výtrusům, ale i sexuální cestou díky výtrusům redukovaným (Ekrt and Koutecký 2016). Pokud by se tento mechanismus potvrdil, dokázal by se způsob zpětné diploidizace apomiktických polyploidů, což bylo doposud potvrzeno pouze u *Dryopteris pacifica* (Lin et al. 1992). Podobné pilotní studie byly provedeny v rámci mé bakalářské práce u tetraploidního *Dryopteris ×complexa*, křížence sexuálního *Dryopteris filix-mas* a apomiktického *Dryopteris affinis*, kdy byly také zaznamenány výtrusy různých velikostí (Férová 2018). Zjištění velikosti genomu gametofytů těchto a dalších referenčních taxonů průtokovým cytometrem je součástí této diplomové práce.

2 Cíle práce

Cíle této diplomové práce lze stručně shrnout do následujících bodů:

1. Porovnat reprodukční vlastnosti kapradin (klíčení výtrusů, tvorba gametangií, tvorba sporofytu) mezi vybranými apomiktickými druhy, sexuálními druhy a jejich kříženci.
2. Zjistit, zda jsou apomikti a kříženci apomiktických a sexuálních druhů kapradin (zaměřeno na střeoevropské zástupce rodu *Dryopteris*) schopni generovat různé ploidní úrovně. Analýza velikosti genomu vypěstovaných gametofytů/sporofytů pomocí průtokové cytometrie.

3 Literární rešerše

3.1 Faktory ovlivňující reprodukční mechanismy kapradin

Reprodukční mechanismy kapradin jsou ovlivňované mnoha různými faktory, a to abiotickými, biotickými, ale i populačně genetickými a způsobem reprodukce. Při klíčení výtrusů mají roli především faktory abiotické, a to stáří výtrusů, obsah chlorofylu, světlo, teplota, pH a složení substrátu. Světlo je pro klíčení zásadní (Raghavan 1989). V případě experimentálního studia kapradin je důležité i skladování výtrusů. Z biotických faktorů jsou nejdůležitější antheridiogeny, pohlavní feromony, blokující tvorbu archeonií, a naopak iniciující formování antheridií u mladých gametofytů (Hornych et al. 2021). Při umělé kultivaci má vliv i kontaminace houbami či bakteriemi (Conway 1953). Hustota vyrostlých gametofytů, jako populační faktor, ovlivňuje velikost gametofytů a tím posléze i jejich sexualitu (Huang et al. 2004, DeSoto et al. 2008). Bylo zaznamenáno, že u některých taxonů souvisí s mírou jejich klíčivosti i ploidie (Kott and Peterson 1973, Kott and Britton 1982, Pangua et al. 2003). Zatímco u sexuálně se rozmnožujících kapradin je tvorba funkčních gametangií podmínkou pro tvorbu sporofytu, apomiktické kapradiny formují sporofyt z tkáně gametofytu z výtrusu

s neredukovanou ploidií (Raghavan 1989, Grusz 2016). Avšak i apomikti mohou utvářet funkční gametangia.

Podrobnější informace k jednotlivým faktorům ovlivňujícím klíčení výtrusů a vývoj gametofytů jsou uvedeny v následujících podkapitolách.

3.1.1 Abiotické faktory

3.1.1.1 Stáří výtrusů, odběr a skladování

Míra klíčivosti je ovlivněna ročním obdobím, ve kterém byly rostliny, jejichž výtrusy jsou kultivovány, sbírány. Například u rostlin *Phlebodium aureum*, tvořících výtrusy po celý rok, sbíraných od října do ledna klíčilo pouze 24% výtrusů, zatímco u rostlin sbíraných od ledna do dubna klíčilo až 79% (Spiess and Krouk 1977). Pro dosažení maximální klíčivosti je vhodné odebírat rostliny v jejich fenologickém optimu.

Schopnost výtrusů vyklíčit a míra jejich klíčivosti je ovlivněna skladovacími podmínkami i stářím výtrusů. Pro maximální životnost uskladněných výtrusů je doporučováno uchovávat výtrusy v suchu v exsikátoru při nízké teplotě (Voeller 1964, Sugai and Furuya 1967, Sugai 1968, 1971). Avšak i za vyhovujících skladovacích podmínek se životnost a míra klíčivosti výtrusů s časem snižuje (Conway 1949, Smith and Robinson 1975, Windham et al. 1986, Raghavan 1989, Beri and Bir 1993). Například u *Pteridium aquilinum* se klíčivost za 4 měsíce snížila o 30%, za 1 rok pak až o 50% (Conway 1949). Studie Smith and Robinson (1975) sledovala klíčivost čerstvých, 1 rok, 2 roky a 4 roky starých výtrusů *Polypodium vulgare* v kultivacích s různými hustotou populace. Se stářím výtrusů ke klíčení docházelo později a jeho míra se snižovala nezávisle na hustotě populace (Smith and Robinson 1975). U druhu *Pteris vittata* byla porovnávána životnost výtrusů čerstvých a uskladněných po dobu 20 až 100 dní. Míra klíčivosti se snižovala úměrně s vyšším stářím výtrusů (Beri and Bir 1993). Se stářím výtrusů se také snižuje rychlost klíčení i následného vývoje (Stone 1961, Smith and Robinson 1975, Towill and Ikuma 1975a, Beri and Bir 1993).

3.1.1.2 Zelené a nezelené výtrusy

Životnost nezelených výtrusů je vyšší než životnost zelených obsahujících chlorofyl. Za běžných skladovacích podmínek zelené výtrusy vydrží v průměru 48 dní, zatímco nezelené výtrusy až 2,8 let. Důvodem je zřejmě rozklad fotosystémů, na jejichž opravy nemají výtrusy dostatek energie (Lebkuecher 1997). Vliv na jejich životnost může mít i rychlejší metabolismus uložených zásob, kvůli vyšší respirační aktivitě (Lloyd and Klekowski 1970), či nekontrolovatelná ztráta vody, jejíž obsah je v zelených výtrusech vyšší (Okada 1929). Zelené výtrusy získávají energii nezbytnou pro vyklíčení z fotosyntézy, proto jsou schopné klíčit hned, jak nastanou vhodné podmínky. Zatímco u nezelených výtrusů musejí nejprve hydrolyzovat zásobní látky, z nichž získají energii potřebnou pro klíčení (Lloyd and Klekowski 1970).

3.1.1.3 Světlo

Charakterizování vlivu světla všeobecně je z důvodu nesjednocení světelných podmínek používaných v různých studiích obtížné (Dyer 1979). Nejvhodnější částí spektra pro indukci klíčení je červené světlo o vlnových délkách (650–670 nm) (Bunning and Mohr 1955, Nondorf et al. 2003, Suo et al. 2015). Modré světlo naopak klíčení některých taxonů do určité míry inhibuje (Bunning and Mohr 1955, Furuya et al. 1997, Suo et al. 2015). Vystavení výtrusů α -záření, rychlým neutronům, rentgenovému a ultrafialovému záření snižuje míru jejich klíčivosti (Zirkle 1932, Charlton 1938, Howard and Haigh 1970, Palta and Mehra 1973). Indukce klíčení vyvolána červeným světlem může být potlačena působením dlouhovlnného červeného záření. Jestliže po vystavení působení dlouhovlnného červeného světla jsou výtrusy ozářeny červeným světlem, klíčí, jako by nebyly vystaveny dlouhovlnnému červenému záření (Bunning and Mohr 1955). Pro klíčení výtrusů je důležitá nejen vlnová délka světla, ale také jeho intenzita. S nižší intenzitou světla se prodlužuje doba potřebná pro dosažení maximální klíčivosti (Raghavan 1989). Dalším důležitým faktorem je fotoperioda. Ideální délka fotoperiody byla studována u druhu *Dryopteris crassirhizoma*, ten dosahuje nejvyšší klíčivosti při 18–25 hodinách osvětlení (Isikawa and Oohusa 1956).

Antheridiogeny, rostlinné feromony, ovlivňují vývoj antheridií a klíčení výtrusů ve tmě viz kapitola biotické faktory (Gemrich 1986a, b, Schneller 1988, Hornych et al. 2021). Odfiltrujeme-li jejich vliv je světlo pro klíčení výtrusů nezbytné (Raghavan 1989). Studie Miller (1968a) uvádí, že z 80 druhů kapradin ve tmě klíčí pouze výtrusy 7 druhů.

Světlo kromě klíčení ovlivňuje morfologii gametofytů, červené světlo způsobuje formování vláknitého typu gametofytu, zatímco modré světlo planárního typu (Raghavan 1989). Prozatím nevyřešenou problematikou zůstává vliv světla na tvorbu antheridií. Studie, věnované především druhům *Onoclea sensibilis* a *Pteris vitatta*, uvádí jako obtížné odlišit vliv světla od vlivu antheridiogenů (Miller and Miller 1970, Náf et al. 1974).

3.1.1.4 Teplota

Optimální teplota pro klíčení výtrusů a vývoj gametofytů se mezi druhy liší (Dyer 1979). Například u *Dryopteris filix-mas* se jedná o 20°C (Mohr 1956a), zatímco u *Onoclea sensibilis* 28°C (Hartt 1925). Obecně uváděná teplota pro optimální klíčení výtrusů je 20–25 °C (Raghavan 1989, Suo et al. 2015). Vliv teploty na klíčení je obtížné určit kvůli interakcím s dalšími faktory, především světlem. Indukce klíčení světlem může být vystavením vysokým teplotám potlačena (Raghavan 1989).

3.1.1.5 pH a složení kultivačního média

Většina kapradin klíčí při neutrálním či mírně kyselém pH 4,5–7 (Conway 1949, Mohr 1956a, Voeller 1964). Při nízkém pH dochází ke snížení míry klíčivosti (Courbet 1955). Některé taxony tolerují širokou škálu pH, například výtrusy *Drynaria fortunei* klíčí při pH 3,7–9,7 (Chang et al. 2007) a pro *Cheilanthes feei* je optimální pH 4,5–8,5 (Nondorf et al. 2003). Druh *Marsilea vestita* naopak vyžaduje alkalické prostředí (pH 7–8) (Mahlberg and Yarus 1977).

Přestože některé druhy kapradin jsou schopné klíčit v destilované vodě, normální vývoj gametofytu vyžaduje minerální prvky poskytované prostřednictvím živného média (Miller 1968, Raghavan 1989). Esenciálními prvky jsou fosfor a dusík, jejich nedostatek se projevuje mnoha způsoby, například zastavením růstu,

světlem zeleným až průhledným zbarvením, nedostatkem organizované meristematické tkáně nebo zastavením růstu archeconií (Nagai 1914, Czaja 1921, Schwabe 1951, Laurent and Lefebvre 1980). Optimální vývoj vyžaduje i další prvky, například hořčík, jehož absence zpomaluje vývoj (Dyer 1979). Složení a koncentrace jednotlivých složek kultivačního média není pro vývoj kapradin určující, ale do jisté míry ho ovlivňuje (Dyer 1979). Utvoření archeconií a následně sporofytu obecně klade vyšší nároky na živiny než jen tvorba antheridií (Huang et al. 2004, DeSoto et al. 2008). Přidání sacharózy do kultivačního média způsobuje růst větších gametofytů apomiktických i sexuálních kapradin. Apomiktický sporofyt i archeconia sexuálů se tvoří dříve a na gametofytech menší velikosti, pokud je v médiu obsažena sacharóza (Whittier 1964, 1965, 1968). Stejný účinek jako sacharóza má fruktóza, maltóza, ribóza a xylóza (Hurel-Py 1955a).

Přidání cukru do kultivačního média může způsobit indukci apomixie u taxonů standartně sexuálně se rozmnožujících (Whittier and Steeves 1960, Whittier 1962, Whittier and Steeves 1962, Cordle et al. 2010). Zatímco u obligátní apomixie se sporofyt utváří z více meristematických buněk (Farlow 1874, DeBary 1878, Steil 1919, Duncan 1943, Kanamori 1967), v případě indukované apomixie roste sporofyt pouze z jedné až tří buněk (Nayar and Bajpai 1964, Whittier 1970). Indukce apomixie cukrem byla zaznamenána u *Pteridium aquilinum* var. *latiusculum* (Whittier and Steeves 1960). S cílem zobecnit poznatky o indukci apomixie u kapradin byla provedena souhrnná práce Whittier and Steeves (1962) na 10 taxonech *Adiantum pedatum*, *Athyrium felix-femina*, *Athyrium thelypteroides*, *Dennstaedtia punctilobula*, *Dryopteris marginalis*, *Dryopteris noveboracensis*, *Onoclea sensibilis*, *Osmunda cinnamomea*, *Phlebodium aureum*, *Pteridium aquilinum* var. *latiusculum*, u rodu *Dryopteris* k indukci apomixie nedošlo. Gametofyty byly pěstovány na 0,5% roztoku agaru s Knudsonovým roztokem minerálních solí a 0,25–9% glukózou či sacharózou. Většina rostlin vyžaduje vystavení vyšší koncentraci cukru po delší dobu. Sacharóza má nižší osmotický potenciál, je tedy pro gametofyty dostupnější, proto je pro indukci apomixie vhodnější než glukóza (Whittier and Steeves 1962). Příliš vysoká koncentrace cukru způsobuje z důvodu vysokého osmotického potenciálu média, růst vláknitých gametofytů, na kterých nedochází

k formování sporofytů (Whittier 1962). Optimální pro vyvolání apomixie u *Ceratopteris richardii* je použití 1% roztoku agarů obohaceného o 50% koncentraci základního MS roztoku (Murashige and Skoog 1962) s přidáním 2,5% glukózy (Cordle et al. 2010). Při kultivaci některých taxonů, např. *Pityrogramma calomelanos* (Martin et al. 2006) a *Cheilanthes castanea* (Whittier 1970) dochází k indukci apomixie i bez obsahu cukru v médiu. Taxon *Pityrogramma calomelanos* naopak vykazuje vyšší míru apomixie bez cukru a se snížením obsahem živin (Martin et al. 2006).

Klíčení i vývoj gametofytů včetně tvorby sporofytů či archegonií je v kultuře rychlejší než v případě pěstování kapradin v půdě (Pickett and Manuel 1925).

3.1.2 Biotické faktory

3.1.2.1 Antheridiogeny

Nejvýznamnějším biotickým faktorem ovlivňujícím klíčení, a především sexuální expresi gametofytů jsou antheridiogeny. Jedná se o rostlinné feromony, jejichž primární funkcí je předčasné formování antheridií (Döp 1950, Náf 1956, Hornych et al. 2021). Před formováním archegonií začnou gametofyty do okolí vylučovat antheridiogeny indikující tvorbu antheridií na okolních ještě asexuálních gametofytech (Náf et al. 1975), samičí gametofyty už na antheridiogeny nereagují (Náf 1958). Dosud asexuální gametofyty se tak stávají samčími, tvorba archegonií je u nich blokována (Hornych et al. 2021). Systém antheridiogenů zvyšuje množství jednopohlavních gametofytů, a tím snižuje pravděpodobnost gametofytického selfingu (Schedlbauer and Klekowsi 1972). V populaci je také omezené množství sporofytů, čímž se sníží konkurence a zvýší se jejich šance uspět (Wilson 1981, Hornych 2020). Kromě předčasného formování antheridií, antheridiogeny umožňují klíčení výtrusů ve tmě. Výtrusy vyklíčí a formují malé gametofyty tvořící několik antheridií (Schneller 1988, Haufler and Welling 1994, Hornych et al. 2021).

3.1.2.2 Bakterie a houby

Za přirozených podmínek interagují rostliny s bakteriemi žijícími v půdě. Jejich vzájemná interakce je prozkoumána spíše mezi bakteriemi a sporofyty, respektive jejich kořeny, než u volně žijících gametofytů (Bais et al. 2004). Studie Ganger et al. (2019) zjišťovala vliv půdní bakterie *Pseudomonas nitroreducens* na gametofyty druhu *Ceratopteris richardii*. U tohoto druhu jsou gametofyty standardně bisexuální, ty poté vylučováním antheridiogenů indukují u dosud nepohlavních gametofytů samčí vývoj (Banks et al. 1993, Banks 1997, 1999). Půdní bakterie má vliv na sexuální expresi gametofytů. Kultivace obsahující půdní bakterii měly vyšší poměr bisexuálních gametofytů (Ganger et al. 2019).

Pro zabránění ovlivnění kultivačního experimentu houbami či bakteriemi většina studií využívá sterilizaci výtrusů (Conway 1953). Sterilizaci lze provést mnoha způsoby (Schwabe 1951, Stone 1961, Crotty 1967, Counsens 1975, Beri and Bir 1993, Wu et al. 2009). Použit může být například 0,1% roztok chloridu rtuťnatého (Stone 1961, Beri and Bir 1993) či nepatrné množství saponátu (Counsens 1975), na závěr jsou výtrusy omyty destilovanou vodou. Kontaminace může být omezena i opakovanou centrifugací výtrusů v destilované vodě a jejich propláchnutím destilovanou vodou (Crotty 1967). Studie Wu et al. (2009) uvádí jako nejefektivnější filtrační metodu s použitím 4% Tween roztoku, alkoholu a 4% NaClO. Avšak vliv kontaminace je nepatrný, a proto bývá v některých experimentech vynechána (Conway 1949, Mohr 1956a, Raghavan 1965b).

3.1.3 Populačně genetické faktory

3.1.3.1 Životní cyklus

V rámci životního cyklu homosporických kapradin se rozlišují 3 varianty páření. Gametofytický selfing, při kterém splývají gamety pocházející z totožného gametofytu, přináší krátkodobé ekologické výhody, avšak vede ke snížení genetické variability. Další variantou je sporofytický selfing, při němž splývají gamety dvou různých gametofytů původem z totožného sporofytu. Při sporofytickém outcrossingu pochází gamety ze dvou gametofytů, přičemž každý

z nich je z odlišného sporofytu (Haufler et al. 2016). Sexualita gametofytů je ovlivněna mnoha faktory uvedenými v předchozích kapitolách. Pohlaví gametofytu závisí na interakcích sousedících gametofytů prostřednictvím antheridiogenů, viz kapitola biotické faktory (Pringle 1961, Schedlbauer 1976b, Schedlbauer and Klekowski 1972, Haufler and Gastony 1978, Haufler and Ranker 1985, Takeno et al. 1979, Hornych et al. 2021). Homosporické kapradiny také regulují poměr samčích, samičích a bisexuálních gametofytů v populaci v závislosti na hustotě populace, viz níže. U druhu *Ceratopteris richardii* byla prokázána dědičnost sexuální exprese gametofytů jadernými geny (Scott and Hickok 1987).

3.1.3.2 Hustota vysetí

Vysoká hustota výtrusů na petriho misce snižuje rychlost a míru klíčivosti (Hurel-Py 1950, Partanen and Steeves 1956, Pietrykowska 1962b, Smith and Rogan 1970, Smith and Robinson 1971). V kultivacích s vysokou hustotou dosahují gametofyty menších velikostí (Huang et al. 2004, DeSoto et al. 2008). A protože archeogonia se tvoří na gametofytech větší velikosti, je hustotou ovlivněna i sexuální exprese gametofytů. Avšak i příliš malá hustota působí na vývoj negativně (Hurel-Py 1950, Náf 1958, Smith and Rogan 1970, Smith and Robinson 1971). Studie Dyer (1979) na základě dostupných informací uvádí jako ideální hustotu 50–300 výtrusů na cm².

3.1.3.3 Ploidie

Některé studie uvádějí rozdíl v klíčivosti výtrusů v závislosti na ploidii rostlin. Zvýšená míra klíčivosti u rostlin s vyšší ploidií byla zaznamenána u *Polystichum aculeatum* (Pangua et al. 2003), *Polypodium virginianum* (Kott and Peterson 1973) a *Isoetes* (Kott and Britton 1982). Na druhou stranu v mnoha případech nebyl zaznamenán rozdíl. Míra abortace výtrusů ani jejich klíčivost se u *Pellaea* (Windham et al. 1986), *Psilotum nudum* (Whittier and Braggins 1994), *Dryopteris* (Quintanilla and Escudero 2006), *Asplenium* a *Dryopteris* (Hornych and Ekrt 2017) s ploidií nelišila. Zdá se, že vliv závislosti ploidie na abortaci a klíčivost výtrusů, nelze zobecnit.

3.1.4 Sexualita versus apomixie

Životní cyklus kapradin zahrnuje dvě střídající se fáze, gametofytickou (pohlavní) a sporofytickou (nepohlavní). Pro výtrusné cévnaté rostliny je zcela unikátní, že obě fáze jsou mnohobuněčné a na sobě navzájem nezávislé (Haufler et al. 2016).

U sexuálně se rozmnožujících kapradin jsou součástí gametofytické fáze výtrusy s haploidním počtem chromozomů vytvořené ve sporangiu meiotickým dělením, které vyklíčí a dají vznik gametofytu (tzv. prothallium). Na gametofytu se utvářejí pohlavní orgány, samčí antheridia a samičí archegonia. Podle typu výtrusů jsou rozlišovány kapradiny homosporické a heterosporické. Homosporické kapradiny utváří jeden typ výtrusů, gametofyty z nich vzniklé tvoří samčí i samičí pohlavní orgány. Heterosporické typy produkují velké výtrusy (tzv. megasporý) dávající vznik samičím gametofytům a malé výtrusy (tzv. mikrosporý) dávající vznik samčím gametofytům. Po oplození vaječné buňky pohyblivými spermatozoidy nastává sporofytická fáze s diploidním počtem chromozomů (Raghavan 1989, Ranker and Haufler 2008).

Jedním ze způsobů nepohlavního rozmnožování je apomixie (apomixis = bez sexu) (Grusz 2016). Prostřednictvím apomixie se rozmnožuje odhadem okolo 10% kapradin (Lovis 1977). Studie založené na konkrétních datech uvádí, že apomiktické jsou nejméně 3% kapradin (Liu et al. 2012).

Apomiktické druhy utváří z důvodu modifikací během sporogeneze neredukované výtrusy, to znamená výtrusy s dvojnásobným počtem chromozomů tzv. diplosporý (Manton 1950, Lovis, 1977, Walker 1979, Gastony and Windham 1989). Diplosporý mohou vznikat dvěma typy sporogeneze. Nejčastější variantou je sporogeneze Döpp-Mantonové (Döpp 1932, Manton 1950) neboli PE (premeiotic endomitosis, Grusz 2016), v jejímž rámci proběhnou kompletně první tři mitotická dělení. Avšak při čtvrté mitóze nedochází k jadernému ani buněčnému dělení, vznikají tak buňky s dvojnásobným počtem chromozomů. Meiotické dělení probíhá obvyklým způsobem. Při sporogeneze Döpp-Mantonové se ve sporangiu utváří 32 výtrusů s dvojnásobným počtem chromozomů (Döpp 1932, Manton 1950). Druhým

typem je Braithwaitova sporogeneze (Braithwaite 1964) nebo také MFDR (meiotic first division restitution, Grusz 2016). Proběhnou čtyři mitotická dělení, při následném meiotickém dělení dochází k chybnému párování chromozomů a tvorbě bivalentů. Výsledkem je opět 32 neredukovaných výtrusů (Braithwaite 1964). Výtrusy klíčí v gametofyt, z jehož tkáně vzniká sporofyt, na rozdíl od sexuálních taxonů, zde nedochází ke splnutí gamet. Při apomiktickém životním cyklu mají gametofyt i sporofyt stejnou ploidii (Ranker and Haufler 2008, Grusz 2016, Hori 2017).

3.1.4.1 Klíčení sexuálů a apomiktů

Neexistují souborné práce porovnávající klíčení sexuálních a apomiktických taxonů, ale jen dílčí studie na několika druzích. U některých apomiktických taxonů (*Pellaea glabella* var. *glabella*) je klíčení a vývoj gametofytu rychlejší než u sexuálů (Whittier 1968). Ve studii Whittier (1968) apomiktické formy klíčily po 3 dnech, zatímco sexuální formy po 4 dnech. Mezi apomiktickými a sexuálními taxony čeledi *Pteridaceae* se rychlost klíčení (2–3 dny) neliší (Martínez et al. 2017). Sexuální druhy *Pteris deflexa*, *P. denticulata* a *P. tristicula* klíčí po 6–7 dnech (Martínez et al. 2013). Sexuál *Ophioglossum crotalophoroides* a *Ophioglossum pendulum* ssp. *falcatum* klíčí ve tmě až 42 dní po vysetí (Whittier 2003, Whittier and Braggins 2011).

3.1.4.2 Tvorba gametangií u sexuálů

Bisexuální gametofyty utvářejí antheridia obecně dříve než archegonia (Klekowski 1969, Raghavan 1989, Regalado Gabancho et al. 2010, Puspitasari et al. 2015). V některých případech, avšak dochází k dřívější tvorbě archegonií, anebo po formování antheridií následuje období formování archegonií a až později dochází k ustanovení bisexuálních gametofytů (Klekowski 1969). Ve studii Puspitasari et al. (2015) začali sexuální taxony *Pteris ensiformis* a *Pteris tripartita* tvořit antheridia 40–92 den po vysetí, zatímco archegonia až 74–104 den, v kultivaci převažovaly samčí gametofyty nad bisexuálními. Sexuální druh *Asplenium auritum* tvořil antheridia o týden dříve než archegonia (Regalado Gabancho et al. 2010). U sexuální formy *Pellaea glabella* var. *glabella* byla archegonia zaznamenána v kultivaci bez přidané sacharózy 31. den po vysetí

(Whittier 1968). Epifytický druh *Ophioglossum pendulum* ssp. *falcatum* v kultivaci formuje samčí i samičí gametangia až 7 měsíců po vysetí výtrusů (Whittier and Braggins 2011).

3.1.4.3 Tvorba gametangií u apomiktů

Na gametofytu pocházejícího z výtrusu utvořeným sporogenezí Döpp-Mantonové (PE) se mohou utvářet funkční samčí pohlavní orgány, tzv. antheridia, což umožňuje křížení sexuálních a apomiktických druhů (Döpp 1955, Walker 1979, Gastony and Windham 1989, Windham and Yatskievych 2003, Regalado Gabancho et al. 2010, Dryer et al. 2012, Liu et al. 2012, Hori et al. 2014). V literatuře se obvykle uvádí, že apomiktické kapradiny netvoří samičí pohlavní orgány, tzv. archegonia, nebo jsou nefunkční (Walker 1962, Whittier 1968, Puspitasari et al. 2015). Archegonia byla pozorována při kultivaci apomiktického druhu *Dryopteris chinensis* (Momose 1967). Archegonia u apomikta zaznamenala například také studie Haufler and Gastony (1978), která se věnuje 4 druhům rodu *Bommeria*, z nichž jeden, *Bommeria pedata*, je apomikt. V rámci studie byly druhy pěstovány na agaru a sledovaly se jejich reprodukční vlastnosti. U apomiktického druhu byla detekována nejen antheridia, ale i archegonia. Možným zdůvodněním je, že se jedná o evolučně mladého apomikta, který může vykazovat znaky zbytkové sexuality (Haufler and Gastony 1978). Práce Hori et al. (2014) se zabývá retikulární evolucí v rámci apomiktického komplexu *Dryopteris varia* a jeho příbuzných sexuálních druhů. Podle této studie jsou při křížení apomiktů se sexuální diploidní apomiktické druhy mateřské. Za předpokladu, že apomiktické druhy by byly otcovské, ke vzniku některých kříženců by byl třeba neznámý apomiktický typ z *Dryopteris varia* komplexu. V rámci studie Hori et al. (2018c) byli objeveny dva nové taxony *Dryopteris subtsushimense* a *Dryopteris tsushimense* obsahující plastidovou sekvenci *rbcL* pocházející z apomiktického druhu *Dryopteris chinensis*. Protože plastidová DNA je vždy děděna maternálně (Kuo et al. 2018), existují dvě možnosti původu těchto taxonů. Apomikt *Dryopteris chinensis* mohl být při křížení mateřský, anebo *Dryopteris chinensis* a *Dryopteris tsushimense*, *Dryopteris subtsushimense* mají společného sexuálního předka (Hori et al. 2018c). Také molekulární studie

v rámci *Diplazium hachijoense* komplexu ukazují, že apomiktické taxony mohly být při křížení mateřské (Hori and Murakami 2019).

3.1.4.4 Tvorba sporofytů u apomiktů

Raný vývoj apomiktických a sexuálních druhů kapradin se neliší. Po dosažení srdčitého stadia gametofytu dojde u apomiktů ke zformování sporofytu. Sexuálové utváří na totožném místě archeogonia. K formování apomiktického sporofytu dochází dříve, než ke vzniku archeogonií na gametofytu sexuálních druhů (Whittier 1968). Studie Whittier (1968) porovnávala vývoj apomiktických a sexuálních forem *Pellaea glabella* var. *glabella*. V médiu bez sacharózy 26. den po vysetí výtrusů 50% apomiktických gametofytů zformovalo sporofyt, zatímco 0% sexuálních gametofytů utvořilo archeogonia. Na médiu s 1% sacharózy 26. den 79% apomiktů mělo sporofyt a 21% sexuálů archeogonia (Whittier 1968).

3.2 Křížení sexuálních a apomiktických druhů kapradin

Apomiktické druhy mohou utvářet funkční antheridia, případně i archeogonia, viz tvorba gametangií u apomiktů (kap. 3.1.4.3), což jim umožňuje křížení se sexuálními druhy. Zatímco kříženci sexuálních druhů bývají sterilní (Reichstein 1981), kříženci apomiktů se sexuály produkují abortované i vyvinuté výtrusy (Schneller 1975, Bär and Eschelmüller 2010, Dryer et al. 2012, Ekrt and Koutecký 2016, Hornych and Ekrt 2017, Férová 2018). Kříženci produkují abortovaných 80–95% výtrusů (Fraser-Jenkins 2007, Ekrt and Koutecký 2016, Hornych and Ekrt 2017, Férová 2018). Nižší míra abortace 60% byla pozorována u jedné rostliny *Dryopteris ×complexa*, zřejmě z důvodu, že se jedná o druhou generaci křížence (Férová 2018). Vyšší míru abortace mohou mít i apomiktické taxony (Walker 1962, Eschelmüller 1998, Park and Kato 2003, Hornych and Ekrt 2017). Avšak u některých apomiktů nebyl zaznamenán vyšší index abortace výtrusů (Khare and Khaur 1983, Quintanilla and Escudero 2006, Guo and Liu 2013).

Z molekulárního hlediska bylo křížení apomiktických a sexuálních taxonů studováno v rámci *Dryopteris varia* komplexu (Hori et al. 2014, Hori 2017, Hori et al. 2018c) a *Diplazium hachijoense* komplexu (Hori and Murakami 2019). Studie ukazují, že apomiktické taxony mohly být při křížení se sexuálními druhy mateřské.

U některých kříženců byly zjištěny různé velikosti vyvinutých výtrusů (Khare and Kaur 1985, Ekrt and Koutecký 2016, Férová 2018). Při sporogenezi u pentaploidního křížence (tetraploid \times hexaploid) z *Pteris vittata* komplexu někdy probíhá pouze jedno meiotické dělení. Na rozdíl od běžné sporogeneze, při které vznikají výtrusy v tetradách, zde vznikají dyády větších výtrusů (Khare and Kaur 1985). Studie Ekrt and Koutecký (2016) zaznamenala u pentaploidního křížence *Dryopteris* \times *critica* (apomikt *Dryopteris borrieri* \times sexuál *Dryopteris filix-mas*), kromě 89–94% abortovaných výtrusů, dvě velikosti vyvinutých výtrusů (33 μ m a 47–51 μ m). Abortované i vyvinuté výtrusy obou velikostí se vyskytovaly i v rámci jedné výtrusnice (Ekrt and Koutecký 2016). Výtrusy byly vysety a gametofyty z nich vyrostlé byly analyzovány pomocí průtokové cytometrie. Průtokovou cytometrií byly zjištěny dvě velikosti genomu, pentaploidní a poloviční (2,5x). Autoři uvádí, jako možné vysvětlení, že větší výtrusy jsou neredukované, tedy pentaploidní, zatímco malé výtrusy jsou redukované, a proto mají poloviční velikost genomu (Ekrt and Koutecký 2016). Na tuto studii navázala bakalářská práce Férová (2018) měřením velikosti výtrusů tetraploidního křížence *Dryopteris* \times *complexa* (apomikt *Dryopteris affinis* \times sexuál *Dryopteris filix-mas*). Vyvinuté výtrusy pokrývaly širokou velikostní škálu rozlišenou do tří velikostních kategorií s průměrnou velikostí: malé 33,7 μ m, střední 46,8 μ m a velké 56,1 μ m výtrusy (Férová 2018).

4 Materiál a metody

4.1 Kultivace vybraných taxonů kapradin

Ke kultivaci byly použity výtrusy z 64 rostlin 55 taxonů patřících do 16 rodů. Z celkového počtu se 16 taxonů rozmnožuje sexuálně, 36 apomikticky a 3 jsou primární apomiktické kříženci. Sběrem v terénu v průběhu vegetační sezóny

2004–2020 bylo získáno 14 rostlin, z toho 4 byly zaslány jako herbářové položky poštou z Německa. Z kultivace na experimentální zahradě školitele Libora Ekrta v Telči bylo získáno 17 rostlin, 1 byla zaslána poštou z kultivace S. Jessena (Německo, Chemnitz). Poštou byly obdrženy výtrusy 24 rostlin ze Spore Exchange náležící American Fern Society (<https://www.amerfernsoc.org/spore-inventory>), 7 z Makino Botanical Garden (Kochi, Japonsko, darováno od K. Horiho) a 1 z Carolina Biological Supply Company. Celkově bylo provedeno 5 kol kultivací, přičemž výtrusy 3 rostlin *Doodia caudata* (Doo cau 2004 (1), (2)), *Dryopteris borrieri* (Dry bor 2018, 2019), *Dryopteris filix-mas* (Dry fil 2017 (1), 2017 (2), 2019) byly pro referenční zhodnocení vysety opakovaně v odlišných kolech kultivací. Přehled jednotlivých rostlin se základními informacemi a kultivací spolu s datem vysetí jejich výtrusů v kultivačním experimentu je uveden v tabulce (Tab. I). Detaily o původu jednotlivých rostlin jsou uvedeny v příloze (Příloha 1).

Tab. I: Přehled rostlin použitých ke kultivaci. Podrobné informace o původu rostlin viz Příloha 1. (Taxony označené hvězdičkou (*) byly použity také pro analýzu ploidní úrovně.).

| Taxon | Vzorek (pracovní označení) | Počet opakování (petrisek) | Datum vysetí | Stáří výtrusů | Typ rozmnožování | Ploidie |
|----------------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------|---------------|------------------|---------|
| <i>Adiantum hispidulum</i> | Adi his 2015 | 3 | 26.09.2019 | 4 | apomikt | 6x |
| <i>Anemia tomentosa</i> | Ane tom 2010 | 3 | 26.09.2019 | 9 | apomikt | 4x |
| <i>Asplenium aethiopicum</i> | Asp aet 2004 | 3 | 26.02.2018 | 14 | apomikt | 4x |
| <i>Asplenium flabellifolium</i> | Asp fla 2019 | 3 | 26.09.2019 | 1 | apomikt | 4x |
| <i>Asplenium monanthes</i> | Asp mon 2004 | 3 | 26.02.2018 | 14 | apomikt | 3x |
| <i>Cyrtomium atropunctatum</i> * | Cyr atr 2019 | 3 | 07.08.2020 | 1 | apomikt | 3x |
| <i>Cyrtomium falcatum</i> | Cyr fal 2017 | 3 | 16.01.2020 | 3 | apomikt | 3x |
| <i>Cyrtomium fortunei</i> | Cyr for 2017 | 3 | 16.01.2020 | 3 | apomikt | 3x |

| Taxon | Vzorek (pracovní označení) | Počet opakování (petrisek) | Datum vysetí | Stáří výtrusů | Typ rozmnožování | Ploidie |
|--------------------------------------|---|---|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|----------------|
| <i>Cyrtomium macrophyllum</i> | Cyr mac 2017 | 3 | 16.01.2020 | 3 | apomikt | 3x |
| <i>Diplazium taiwanense*</i> | Dip tai 2019 | 3 | 07.08.2020 | 1 | apomikt | |
| <i>Dryopteris affinis*</i> | Dry aff 1 | 3 | 26.02.2018 | 1 | apomikt | 2x |
| <i>Dryopteris affinis*</i> | Dry aff 4 | 3 | 17.04.2019 | 2 | apomikt | 3x |
| <i>Dryopteris bissetiana</i> | Dry bis 947 | 3 | 16.01.2020 | 3 | apomikt | 3x |
| <i>Dryopteris bissetiana*</i> | Dry biss 1459 | 3 | 07.08.2020 | 1 | apomikt | 3x |
| <i>Dryopteris borreri</i> | Dry bor 2011 | 3 | 17.04.2019 | 8 | apomikt | 3x |
| <i>Dryopteris borreri*</i> | Dry bor 2018 | 3 | 26.02.2018 | 0 | apomikt | 3x |
| <i>Dryopteris borreri*</i> | Dry bor 2019 | 3 | 26.09.2019 | 0 | apomikt | 3x |
| <i>Dryopteris cambrensis</i> | Dry cam 2018 | 3 | 26.02.2018 | 0 | apomikt | 3x |
| <i>Dryopteris cambrensis</i> | Dry cam 2019 | 3 | 26.09.2019 | 0 | apomikt | 3x |
| <i>Dryopteris formosana</i> | Dry for 433 | 3 | 16.01.2020 | 2 | apomikt | 3x |
| <i>Dryopteris kinukuniensis*</i> | Dry kin 2348 | 3 | 07.08.2020 | 1 | apomikt | 3x, 4x |
| <i>Dryopteris lacunosa</i> | Dry lac 2121 | 3 | 16.01.2020 | 3 | apomikt | 3x |
| <i>Dryopteris pacifica</i> | Dry pac 1076 | 3 | 26.09.2019 | 3 | apomikt | 3x |
| <i>Dryopteris purpurella*</i> | Dry pur 3072 | 3 | 07.08.2020 | 1 | apomikt | 4x |
| <i>Dryopteris remota*</i> | Dry rem 14 | 3 | 16.01.2020 | 1 | apomikt | 3x |
| <i>Dryopteris sparsa*</i> | Dry spa 943 | 3 | 07.08.2020 | 1 | apomikt | 3x |
| <i>Dryopteris subarborea</i> | Dry sub 1111 | 3 | 16.01.2020 | 3 | apomikt | 3x |
| <i>Dryopteris tsugiwoi*</i> | Dry tsug 3071 | 3 | 07.08.2020 | 1 | apomikt | 3x |

| Taxon | Vzorek (pracovní označení) | Počet opakování (petrisek) | Datum vysetí | Stáří výtrusů | Typ rozmnožování | Ploidie |
|------------------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------|---------------|------------------|---------|
| <i>Dryopteris tsushimense</i> * | Dry tsus 3368 | 5 | 07.08.2020 | 1 | apomikt | 4x |
| <i>Dryopteris wallichiana</i> | Dry wal 1124 | 3 | 16.01.2020 | 6 | apomikt | 3x |
| <i>Cheilanthes distans</i> | Chei dis 2018 | 3 | 16.01.2020 | 2 | apomikt | 3x |
| <i>Cheilanthes eatonii</i> | Chei eat 2016 | 3 | 16.01.2020 | 4 | apomikt | 3x |
| <i>Cheilanthes tomentosa</i> | Chei tom 2017 | 3 | 16.01.2020 | 3 | apomikt | 3x |
| <i>Cheilanthes wootonii</i> | Chei woo 2016 | 3 | 16.01.2020 | 4 | apomikt | 3x |
| <i>Pellaea viridis</i> | Pel vir 2018 | 3 | 16.01.2020 | 2 | apomikt | |
| <i>Phegopteris connectilis</i> | Phe con 2012 | 1 | 26.02.2018 | 6 | apomikt | 3x |
| <i>Phegopteris connectilis</i> | Phe con 2019 | 3 | 16.01.2020 | 1 | apomikt | 3x |
| <i>Polystichum polyblepharum</i> | Pol pol 2016 | 3 | 26.09.2019 | 3 | apomikt | 4x |
| <i>Polystichum tsus-simense</i> | Pol tsu 2019 | 3 | 26.09.2019 | 0 | apomikt | 3x |
| <i>Pteris cretica</i> | Pte cre 2011 | 3 | 26.02.2018 | 7 | apomikt | 3x |
| <i>Pteris multifida</i> | Pte mul 2018 | 3 | 26.09.2019 | 1 | apomikt | 4x |
| <i>Pteris semipinnata</i> | Pte sem 720 | 3 | 26.09.2019 | 1 | apomikt | 3x |
| <i>Dryopteris ×alpirsbachensis</i> | Dry alp 2018 | 3 | 26.02.2018 | 0 | kříženec | 5x |
| <i>Dryopteris ×complexa</i> * | Dry com 1 | 3 | 26.02.2018 | 1 | kříženec | 4x |
| <i>Dryopteris ×complexa</i> * | Dry com 6 | 3 | 17.04.2019 | 2 | kříženec | 4x |
| <i>Dryopteris ×critica</i> | Dry cri F1 | 3 | 26.02.2018 | 1 | kříženec | 3x |
| <i>Dryopteris ×critica</i> | Dry cri 3 | 3 | 17.04.2019 | 2 | kříženec | 3x |
| <i>Dryopteris ×critica</i> | Dry cri 2012 | 3 | 17.04.2019 | 7 | kříženec | 3x |

| Taxon | Vzorek (pracovní označení) | Počet opakování (petrisek) | Datum vysetí | Stáří výtrusů | Typ rozmnožování | Ploidie |
|--|---|---|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|----------------|
| <i>Dryopteris</i> <i>×critica</i> | Dry cri 2019 | 3 | 26.09.2019 | 0 | kříženec | 3x |
| <i>Asplenium</i> <i>adiantum</i> <i>nigrum</i> | Asp adi 2019 | 3 | 07.08.2020 | 1 | sexuál | 4x |
| <i>Asplenium</i> <i>septentrionale</i> | Asp sep 2020 | 3 | 07.08.2020 | 0 | sexuál | 4x |
| <i>Ceratopteris</i> <i>richardii</i> | Cer 2019 | 3 | 07.08.2020 | 1 | sexuál | 2x |
| <i>Doodia</i> <i>caudata</i> | Doo cau 2004 (1) | 3 | 26.02.2018 | 14 | sexuál | 4x |
| <i>Doodia</i> <i>caudata*</i> | Doo cau 2004 | 3 | 17.04.2019 | 1 | sexuál | 4x |
| <i>Dryopteris</i> <i>carthusiana</i> | Dry car 44 | 3 | 07.08.2020 | 0 | sexuál | 4x |
| <i>Dryopteris</i> <i>caucasica*</i> | Dry cau 28 | 3 | 16.01.2020 | 1 | sexuál | 2x |
| <i>Dryopteris</i> <i>crassirhizoma</i> | Dry cra 986 | 3 | 26.09.2019 | 16 | sexuál | 2x |
| <i>Dryopteris</i> <i>dilata</i> | Dry dil 2019 | 3 | 07.08.2020 | 1 | sexuál | 4x |
| <i>Dryopteris</i> <i>expansa</i> | Dry exp 20 | 3 | 07.08.2020 | 0 | sexuál | 2x |
| <i>Dryopteris</i> <i>filix-mas</i> | Dry fil 2017 (2) | 2 | 17.04.2019 | 2 | sexuál | 4x |
| <i>Dryopteris</i> <i>filix-mas</i> | Dry fil 2017 (1) | 1 | 26.02.2018 | 1 | sexuál | 4x |
| <i>Dryopteris</i> <i>filix-mas</i> | Dry fil 2019 | 3 | 26.09.2019 | 0 | sexuál | 4x |
| <i>Dryopteris</i> <i>oreades*</i> | Dry ore 32 | 3 | 16.01.2020 | 1 | sexuál | 2x |
| <i>Dryopteris</i> <i>villari</i> | Dry vil 50 | 3 | 07.08.2020 | 0 | sexuál | 2x |
| <i>Notholaena</i> <i>marantae</i> | Not mar 2014 | 3 | 07.08.2020 | 6 | sexuál | 2x |
| <i>Onoclea</i> <i>sensibilis</i> | Ono sen 2019 | 3 | 16.01.2020 | 1 | sexuál | 2x |
| <i>Oreopteris</i> <i>limbosperma</i> | Ore lim 2019 | 3 | 07.08.2020 | 1 | sexuál | 2x |
| <i>Polystichum</i> <i>setiferum</i> | Pol set 2019 | 3 | 16.01.2020 | 1 | sexuál | 2x |

4.1.1 Kultivace výtrusů

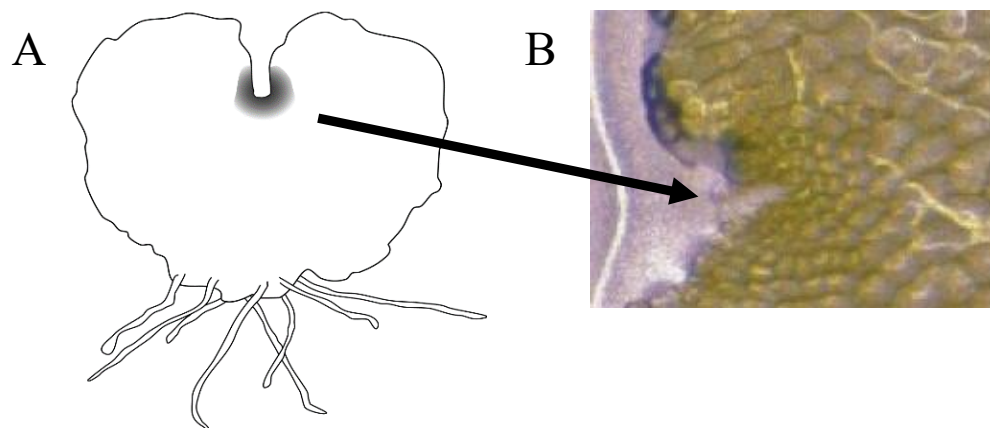
Výtrusy byly získány z listů kapradin z herbářových položek nebo z obálek s výtrusy ze Spore Exchange náležící American Fern Society (<https://www.amerfernsoc.org/spore-inventory>) či z Makino Botanical Garden (Kochi, Japonsko, darováno K. Hori). Výtrusy *Ceratopteris richardii* z Carolina Biological Supply Company byly poslány ve zkumavce. Výtrusy z herbářových položek byly pomocí špičaté pinzety uvolněny a rovnoměrně rozprášeny na petriho misky. Obálky s výtrusy byly propíchnuty špendlíkem. Poté byly výtrusy otvorem rovnoměrně rozprášeny na petriho misky. Do výtrusů ve zkumavce byl pomocí pinzety ponořen malý kousek vaty, z něhož byly výtrusy sklepany na petriho misky. Pinzeta či špendlík a pracovní plocha byly po vyšetí každého vzorku výtrusů otřeny roztokem ethanolu z důvodu zabránění kontaminace. Petriho misky obsahovaly 1% roztok agarů obohacený o 100% koncentraci základního MS roztoku (Murashige and Skoog 1962).

Gametofyty byly pěstovány v kultivačním boxu (PHC Europe B.V. MLR-352 Climatic Test Chamber) při 20°C osvětleny bílým světlem 12 hodin denně. Z důvodu omezení odparu vody byly petriho misky uzavřené parafilmem.

4.1.2 Kontrola reprodukčních vlastností

Výtrusy na petriho miskách byly v každém kole výsadby pravidelně jednou až dvakrát za 2 týdny kontrolovány po dobu 16 týdnů. U kultivací bylo na každé petriho misce sledováno klíčení, tvorba laterálních meristémů, tvorba gametangií a sporofytů. Jako meristém se hodnotila přítomnost buněk laterálního meristému, dělicího se primárně do stran, dopředu se dělí pomaleji. Jeho činností dochází

k formování srdčitého gametofytu (Obr. 1). Reprodukční vlastnosti byly analyzovány pod binolupou (Olympus SZX 7) a mikroskopem (Olympus CX 31).



Obr. 1: Laterální meristém. A = náčrt lokalizace laterálního meristému na gametofytu kapradin, B = detail buněk laterálního meristému pod mikroskopem.

V každém kole výsadeb byly jednotlivé petriho misky hodnoceny následovně:

Klíčení bylo sledováno na 50 výtrusech jedenkrát týdně po dobu 4 týdnů. Kontrolovány byly jen viditelně viabilní (neabortované) výtrusy, jelikož pěstování kříženci mají vysokou míru abortace, což by ovlivnilo výsledky.

Tvorba laterálních meristémů byla sledována na 50 gametofytech jedenkrát týdně od 4. do 7. týdne. U 1 kola kultivací vysazeného 17. 4. 2019 byla tvorba meristémů sledována od 3. do 6. týdne.

Tvorba gametangií byla sledována u 10 nebo 5 gametofytů od 4. nebo 5. týdne. Od 6. do 16. týdne byla tvorba gametangií kontrolována jedenkrát za 2 týdny. U kola kultivací vysazeného 26. 2. 2018 byla tvorba gametangií sledována od 7. do 16. týdne jedenkrát za týden.

Pro kontrolu tvorby antheridií byly jednotlivé gametofyty pinzetou přeneseny na podložní sklíčko s kapkou acetokarmínu. Gametofyty byly ponechány po dobu ca 30 minut na obarvení a poté byly pozorovány pod mikroskopem. Postup byl opakován zvlášť pro každou petriho misku.

Tvorba sporofytů byla sledována u 20 gametofytů od 5. nebo 6. týdne. Od 6. do 16. týdne byla tvorba sporofytů kontrolována jedenkrát za 2 týdny. U kola

kultivací vysazené 26. 2. 2018 byla tvorba sporofytů sledována od 7. do 16. týdne jedenkrát za týden.

4.1.3 Vyhodnocení dat

Do vyhodnocení nebyla zařazena rostlina *Onoclea sensibilis* (Ono sen 2019). Jedná se o druh se zelenými výtrusy, které mají oproti hnědým a žlutým nižší životnost a v kultivačním experimentu byly použity výtrusy 1 rok staré, jejich případná nízká klíčivost by tedy nebyla porovnatelná s ostatními druhy. Nestandardní reprodukční charakteristiky tohoto vzorky by v analýzách ovlivnily souborné výsledky sexuálních taxonů.

Vliv stáří výtrusů na jejich klíčivost byl testován zobecněnými lineárními modely (GLM). Jako vysvětlující proměnná bylo použito stáří výtrusů a přesun výtrusů poštou. Dále byl mezi apomikty a sexuály porovnáván tzv. sporofytický potenciál, ten byl definován u apomiktů procentem gametofytů se sporofytem, u sexuálů procentem gametofytů s archegonii. Sporofytický potenciál byl testován zobecněnými lineárními smíšenými modely. Vysvětlující proměnnými byly způsob reprodukce a čas pozorování (6. – 16. týden), náhodnými proměnnými byly přesun výtrusů poštou a stáří výtrusů. Byly testovány všechny apomiktické a sexuální vzorky, poté pouze vzorky z rodu *Dryopteris*, a nakonec pouze vzorky, které měly alespoň 1 gametofyt se sporofytem či archegoniem. Všechny zobecněné lineární modely byly testovány s binomickým rozdělením a testováním průkaznosti kritériem χ^2 v R (R Core Team, 2020), k analýzám zahrnující náhodné proměnné byl použit balíček *lme4* (Bates et al. 2015).

Výsledky kultivace byly porovnávány částečnými redundančními analýzami (RDA, mnohorozměrná analýza s omezením). Do analýz byla zahrnuta klíčivost výtrusů 4. týden, tvorba laterálních meristémů 4. a 6. týden, tvorba gametangií a sporofytů 6., 8., 10., 12., 14. a 16. týden. Analýzy zahrnovaly pouze vzorky, které alespoň na jednom gametofytu utvořily antheridia, archegonia nebo sporofyt. Nejprve byla data testována s jedinou vysvětlující proměnnou, a to přesunem výtrusů poštou, způsob reprodukce a stáří výtrusů byly kovariáty. Poté byly porovnávány zvlášť všechny vzorky, apomikti a sexuální, vzorky rodu *Dryopteris*, apomikti a sexuální rodu *Dryopteris*, kdy vysvětlující proměnou

byl způsob reprodukce. Stáří a přesun výtrusů poštou byly kovariáty. Všechny analýzy byly provedené v Canoco 5 (ter Braak and Šmilauer 2012).

4.2 Revize gametangií u apomiktů v literatuře

Byla provedena revize dostupné literatury věnující se tvorbě gametangií u apomiktických taxonů a kříženců apomiktických a sexuálních taxonů. Byla vytvořena tabulka obsahující studované taxony spolu s informací, zda u nich byla zaznamenána přítomnost antheridií či archegonií. Syntetičtí kříženci uváděné Walkerem (1962) byly označeny jako jediný taxon „*Pteris* syntetičtí kříženci“. Do přehledu byly doplněny i taxony z kultivačního experimentu, který byl součástí této diplomové práce.

4.3 Analýza ploidní úrovně

Ploidní úroveň byla zjišťována u 18 rostlin z 16 taxonů, z toho 11 taxonů je apomiktických a 2 jsou primární kříženci, pro referenční zhodnocení byly analyzovány i 3 sexuální taxony. Jednotlivé rostliny spolu s ploidí a způsobem reprodukce jsou uvedeny v tabulce a označeny hvězdičkou (*) (Tab. I). Detaily o původu jednotlivých rostlin jsou uvedeny v příloze (Příloha 1). Ploidní úroveň byla zjišťována i u taxonů *Diplazium taiwanense* a *Dryopteris ×alpirsbachensis*, které v rámci kultivačního experimentu nevyklíčily. Celkově bylo analyzováno 702 vzorků, jako vzorek byl použit gametofyt, gametofyt se sporofytem či sporofyt.

Vzorky byly analyzovány živé. Jako standard byla použita *Vicia faba* ($2C = 26,90$ pg, Doležel et al. 2007). K analýzám byl použit průtokový cytometr Sysmex CyFlow Space využívající jako zdroj světla UV-LED (365 nm). Některé vzorky taxonu *Dryopteris affinis* a *Dryopteris borreri* byly analyzovány se standardem *Chlorophytum comosum* ($2C = 24,14$ pg, Hornych et al. 2019). Tyto vzorky byly měřeny pomocí průtokového cytometru Partec CyFlow SL používající jako zdroj záření zelený laser (532 nm) o výkonu 100 mW. V tomto případě bylo jako barvivo použito propidium jodid (PI, 50 µg/ml) s RNázou (50 µg/ml).

Práce byla prováděna zjednodušeným dvoukrokovým protokolem podle Doležel et al. (2007) a Koutecký et al. (2012). Do petriho misky byl vložen vzorek (gametofyt, sporofyt nebo gametofyt se sporofytem). Ke vzorku byl přidán standard přibližně v poměru 1:4 a 400 µl pufru Otto I (0,1M kyselina citronová, 0,5% Tween-20, Otto 1990) chlazeného v ledu. Vzorek se standardem byl pomocí žiletky nadrcen a poté přefiltrován přes filtr Uhelon (velikost pórů 42 µm) do zkumavky. Směs byla ponechána asi 5 minut odstát a byl přidán pufr Otto II (0,4M Na₂HPO₄·12H₂O, 2-merkapt ethanol o koncentraci 2 µl/ml) s barvivem DAPI (4',6-diamidino-2-phenylindol o koncentraci 4 µg/ml) nebo PI (propidium jodid o koncentraci 50 µg/ml) s RNázou (50 µg/ml). Směs byla opět ponechána 5 minut odstát. Následně byl vzorek analyzován pomocí průtokového cytometru. Průtokový cytometr zaznamenával 3000 částic, signál standardu byl zobrazen na 200 nebo 300 na 1024 kanálové škále. Získaná data byla zpracována pomocí programu Flowing software (<http://flowingsoftware.btk.fi/index.php?page=1>).

5 Výsledky

5.1 Porovnání reprodukčních vlastností mezi apomiktickými taxony, sexuálními taxony a jejich kříženci

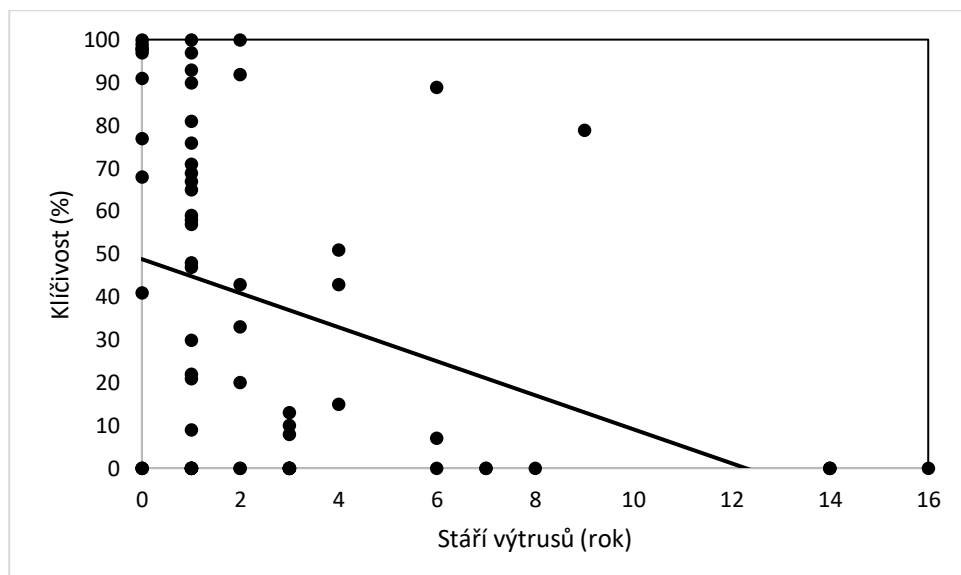
K porovnání reprodukčních vlastností bylo použito 67 vzorků výtrusů, z nichž 63% (42) je apomiktů, 10% (7) kříženců a 27% (18) sexuálů. Z použitých vzorků 57% (38) patří do rodu *Dryopteris*. V rámci rodu *Dryopteris* je 55% (21) apomiktů, 19% (7) kříženců a 26% (10) sexuálů.

Souhrn primárních dat zaznamenaných pro jednotlivé vzorky vyšetřené v kultivačním experimentu je uveden v přílohách (Příloha 3, 4, 5, 6).

5.1.1 Vliv stáří a cestování výtrusů poštou

Nejprve byl testován vliv stáří a přesun výtrusů poštou na jejich klíčivost. Se zvyšujícím stářím výtrusů se průkazně snižuje míra jejich klíčivosti (GLM; $\text{Chisq}[1]=7,53$, $p=0,006$). Přesun výtrusů poštou nemá na míru jejich klíčivosti průkazný vliv (GML; $\text{Chisq}[1]=1,59$, $p=0,207$).

Celkově bylo použito 67 vzorků výtrusů se stářím od 0 do 16 let. Průměrné stáří použitých výtrusů bylo 2,7 let. Nejmladší výtrusy (0 let) měly vzorky *Dryopteris borrieri* (Dry bor 2018) s klíčivostí 91%, *Dryopteris borrieri* (Dry bor 2019) 99%, *Dryopteris cambrensis* (Dry cam 2018) 0%, *Dryopteris cambrensis* (Dry cam 2019) 98%, *Polystichum tsus-simense* (Pol tsus 2019) 0%, *Dryopteris ×alpirsbachensis* (Dry alp 2018) 0%, *Dryopteris ×critica* (Dry cri 2019) 68%, *Asplenium septentrionale* (Asp sep 2020) 77%, *Dryopteris carthusiana* (Dry car 44) 98%, *Dryopteris expansa* (Dry exp 20) 97%, *Dryopteris filix-mas* (Dry fil 2019) 100%, *Dryopteris villari* (Dry vil 50) 41%. Naopak nejstarší výtrusy měly *Dryopteris crassirhizoma* (Dry cra 986) 16 let, *Asplenium monanthes* (Asp mon 2004) 14 let, *Asplenium aethiopicum* (Asp aet 2004) 14 let a *Doodia caudata* (Doo cau 2004 (1)) 14 let, žádný z těchto testovaných vzorků nevyklíčil (Obr. 2).



Obr. 2: Vztah stáří a klíčivosti výtrusů (4. týden) u jednotlivých vzorků.

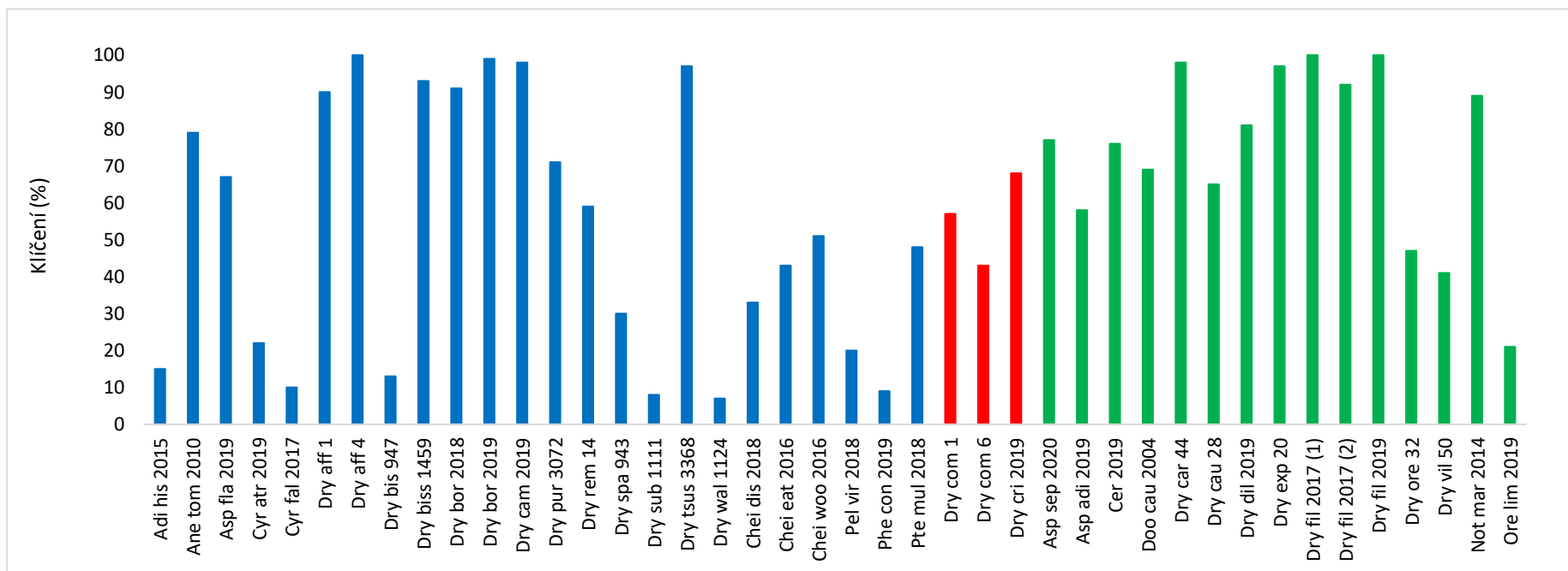
Dále byl testován vliv přesunu výtrusů poštou na celkový vývoj gametofytů. Přesun výtrusů poštou má průkazný vliv na vývoj gametofytů (RDA; pseudo-F=3,7, p=0,001). Z výtrusů, které přišly poštou klíčí gametofyty se sníženou vitalitou.

Do vyhodnocení byly zahrnuty výtrusy 63 rostlin, z nichž 26 (41%) bylo získáno sběrem v terénu či z kultivace a 37 (59%) bylo obdrženo poštou.

5.1.2 Klíčení

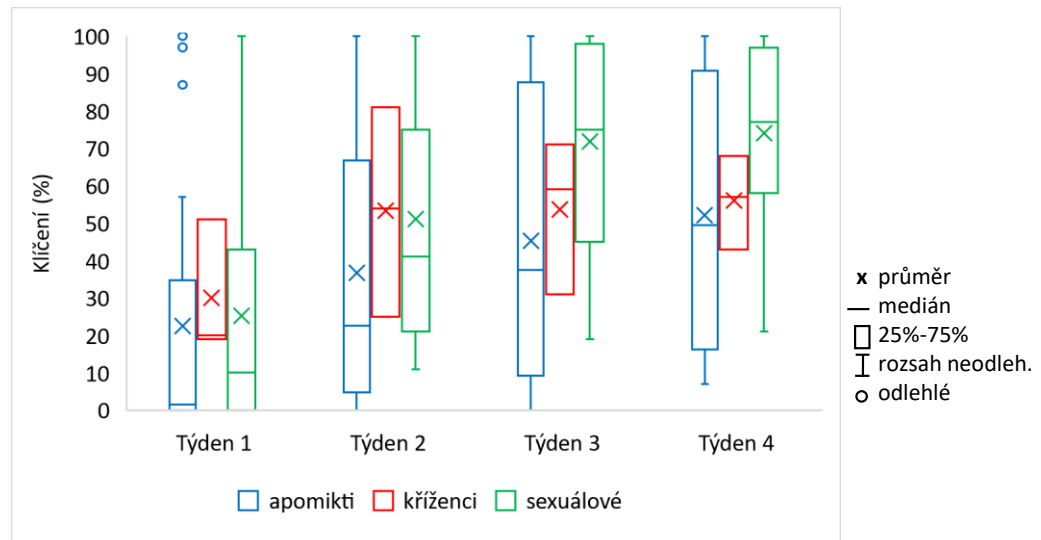
Celkově bylo vyseto 67 vzorků z nichž 42 (63%) vyklíčilo a 25 (37%) nevyklíčilo. Ze vzorků, které vyklíčily začala většina 64% (27) klíčit už 1 týden po vysetí, 2. týden klíčilo 29% (12) vzorků a 3. týden 5% (2) vzorků. Nejpozději až 4. týden začal klíčit pouze druh *Adiantum hispidulum* (Adi his 2015).

Z vyklíčených vzorků za 4 týdny od vysetí měly 100% klíčivost viabilních výtrusů *Dryopteris filix-mas* (Dry fil 2017 (1)), *Dryopteris filix-mas* (Dry fil 2019) a *Dryopteris affinis* (Dry aff 4). Naopak nejméně klíčily *Dryopteris wallichiana* (Dry wal 1124) 7%, *Dryopteris subarborea* (Dry sub 1111) 8%, *Phegopteris connectilis* (Phe noc 2019) 9% a *Cyrtomium falcatum* (Cyr fal 2017) 10% (Obr. 3)



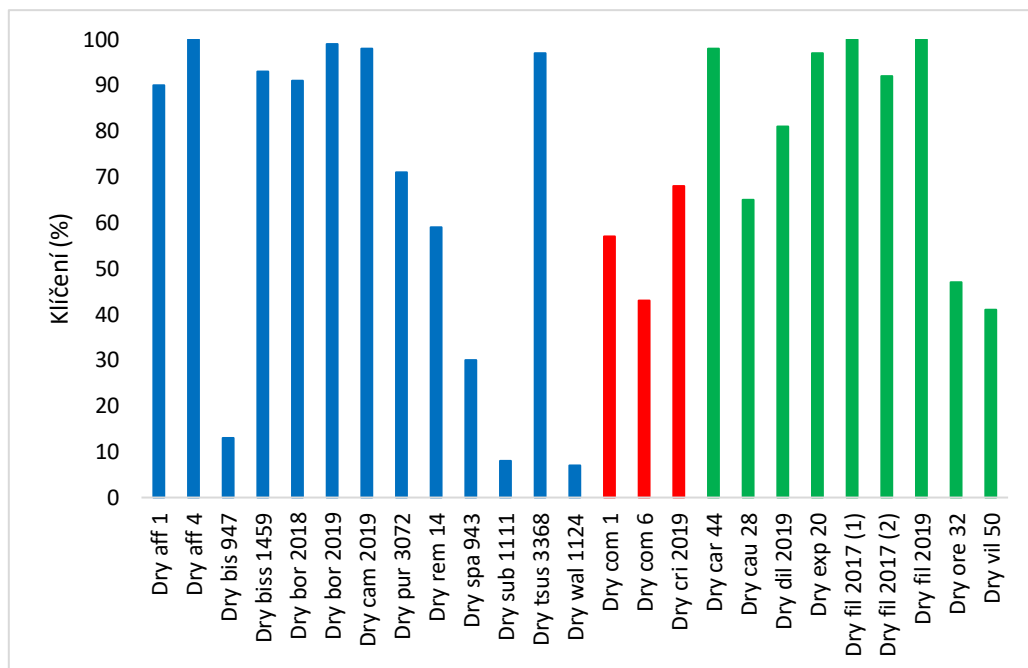
Obr. 3: Klíčivost viabilních výtrusů jednotlivých vzorků 4. týden po vysetí (modrá = apomikti, červená = kříženci, zelená = sexuálové).

Souhrnně vyklíčilo 57% (24) apomiktů, 43% (3) kříženců a 83% (15) sexuálů. V rámci vyklíčených vzorků nejprve nejvyšší průměrnou klíčivost až 53% 2. týden měli kříženci. Od 3. týdne měli nejvyšší klíčivost sexuálové, 74% 4. týden. Apomikti měli nejvyšší klíčivost 52% 4. týden (Obr. 4).



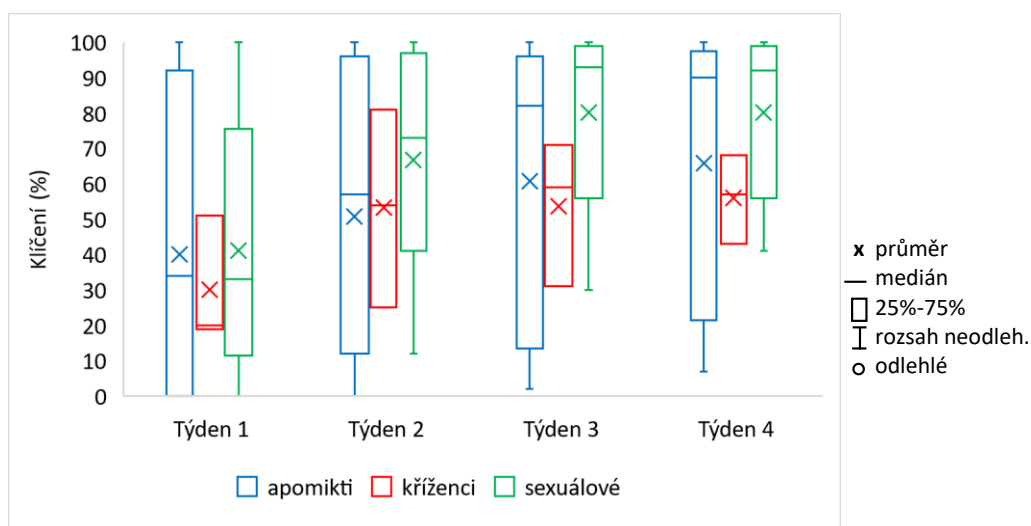
Obr. 4: Klíčivost viabilních výtrusů apomiktů, kříženců a sexuálů 1., 2., 3. a 4. týden po vysetí.

Ze vzorků v rodu *Dryopteris* vyklíčilo 66% (25). V rámci rodu *Dryopteris* 4. týden mají 100% klíčivost viabilních výtrusů *Dryopteris filix-mas* (Dry fil 2017 (1)), *Dryopteris filix-mas* (Dry fil 2019) a *Dryopteri affinis* (Dry aff 4). Nejnižší klíčivost měly *Dryopteris wallichiana* (Dry wal 1124) 7%, *Dryopteris subarborea* (Dry sub 1111) 8% (Obr. 5).



Obr. 5: Klíčivost viabilních výtrusů jednotlivých vzorků v rodu *Dryopteris* 4. týden po vysetí (modrá = apomikti, červená = kříženci, zelená = sexuálové).

Z rodu *Dryopteris* vyklíčilo 62% (13) apomiktů, 43% (3) kříženců a 90% (9) sexuálů. V rámci vyklíčených vzorků nejvyšší průměrnou klíčivost mají sexuálové až 80%, poté apomikti 66% a nejnižší kříženci, nejvíce 56% 4. týden (Obr. 6).

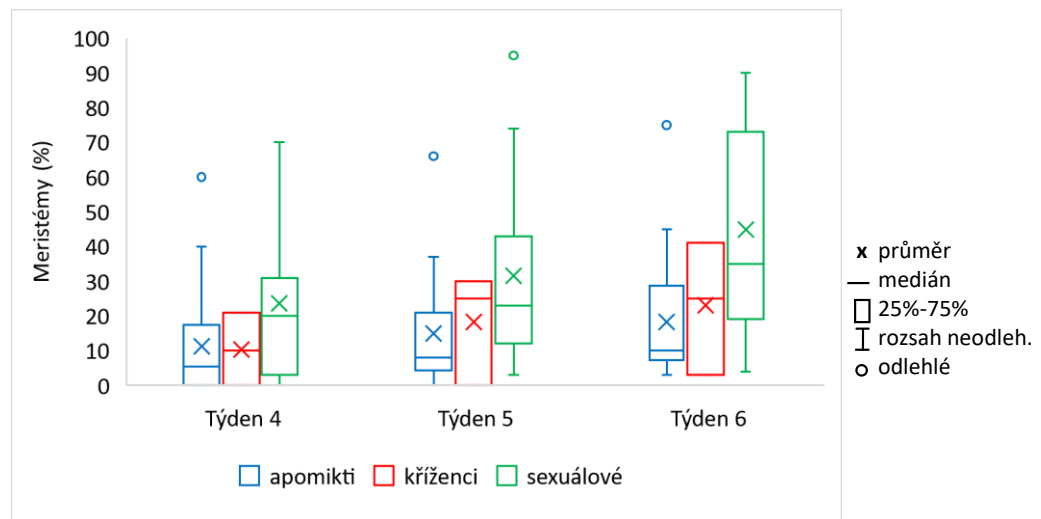


Obr. 6: Klíčivost viabilních výtrusů apomiktů, kříženců a sexuálů rodu *Dryopteris* 1., 2., 3. a 4. týden po vysetí.

5.1.3 Tvorba laterálních meristémů

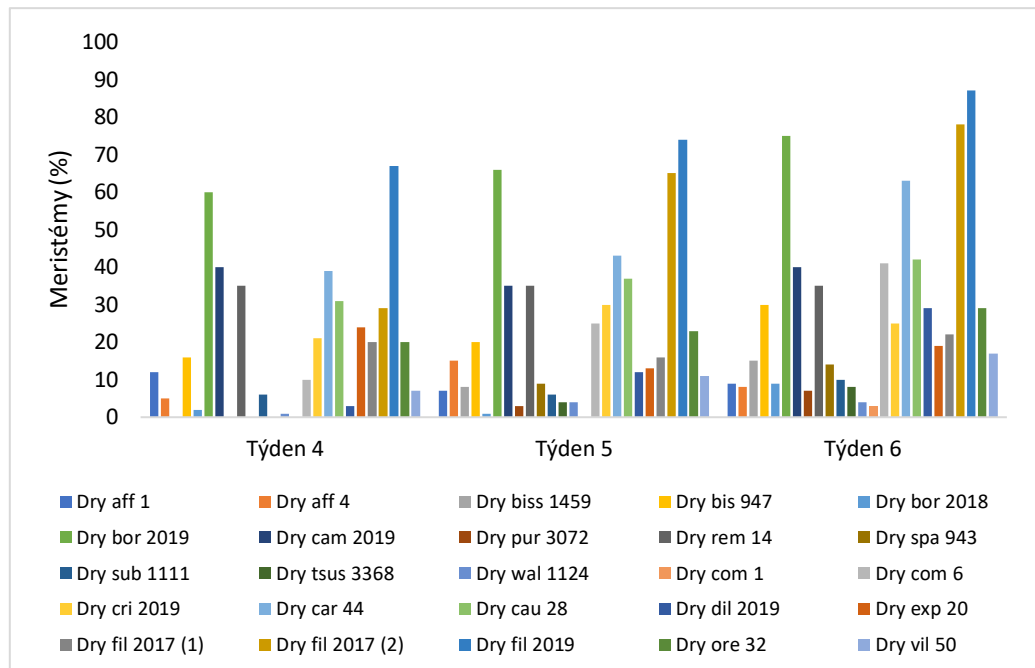
Ze 42 vyklíčených vzorků 100% utvořilo alespoň na jednom gametofytu laterální meristém. Jako meristém se hodnotila přítomnost buněk laterálního meristému, pletiva vedoucího k tvorbě srdčitého gametofytu. U většiny 74% (31) vzorků se meristémy tvořily už 4. týden. Nejpozději se začaly formovat 6. týden u *Pellaea viridis* (Pel vir 2018), *Phegopteris connectilis* (Phe con 2019) a *Dryopteris ×complexa* (Dry com 1). Nejvíce gametofytů s laterálním meristémem bylo zaznamenáno u *Doodia caudata* (Doo cau 2004) 5. týden 95% a 6. týden 90%, poté 7. týden u *Ceratopteris richardii* (Cer 2019) 90%. Nejméně gametofytů s meristémem utvořila *Dryopteris ×complexa* (Dry com 6), a to maximálně 3% 6. a 7. týden, dále *Phegopteris connectilis* (Phe con 2019) 5% 6. a 7. týden.

V průměru nejvíce gametofytů s laterálním meristémem měli sexuálové 6. týden 45%, méně kříženci 23% a nejméně apomikti 18%. Avšak ve 4. týdnu apomikti měli více meristemických gametofytů než kříženci (Obr. 7).



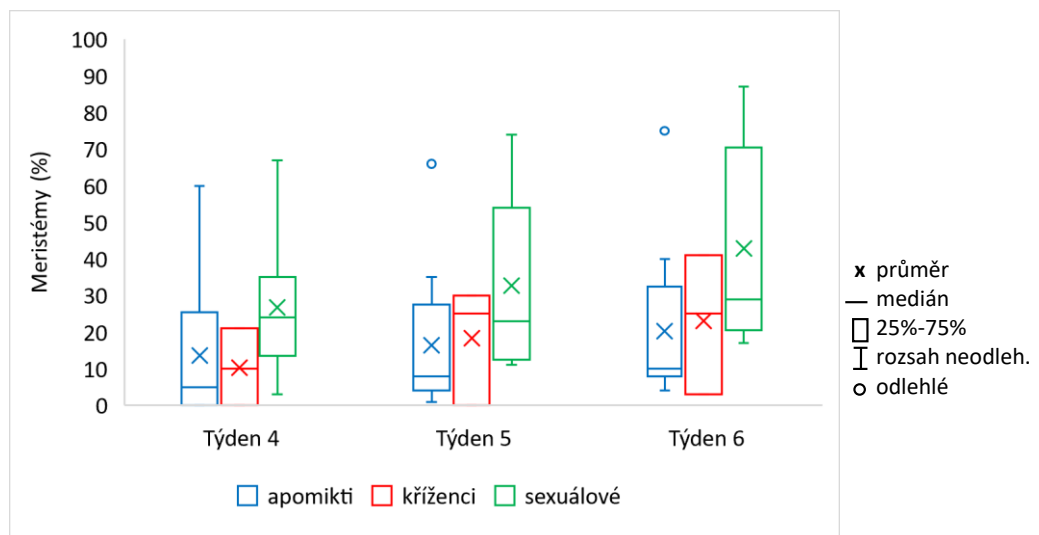
Obr. 7: Tvorba laterálních meristémů apomiktů, kříženců a sexuálů 4., 5. a 6. týden po vysetí.

U vzorků patřících do rodu *Dryopteris* nejvíce laterálních meristémů tvořily 6. týden *Dryopteris filix-mas* (Dry fil 2019) 87% a *Dryopteris filix-mas* (Dry fil 2017 (2)) 78%. Nejméně meristemických gametofytů měl *Dryopteris ×complexa* (Dry com 6), a to maximálně 3% 6. týden (Obr. 8).



Obr. 8: Tvorba laterálních meristémů jednotlivých vzorků v rodu *Dryopteris* 4., 5. a 6. týden po vysetí.

V rodu *Dryopteris* v průměru nejvíce meristematičtých gametofytů měli sexuální 6. týden 43%, poté kříženci 23% a nejméně apomikti 20% (Obr. 9).



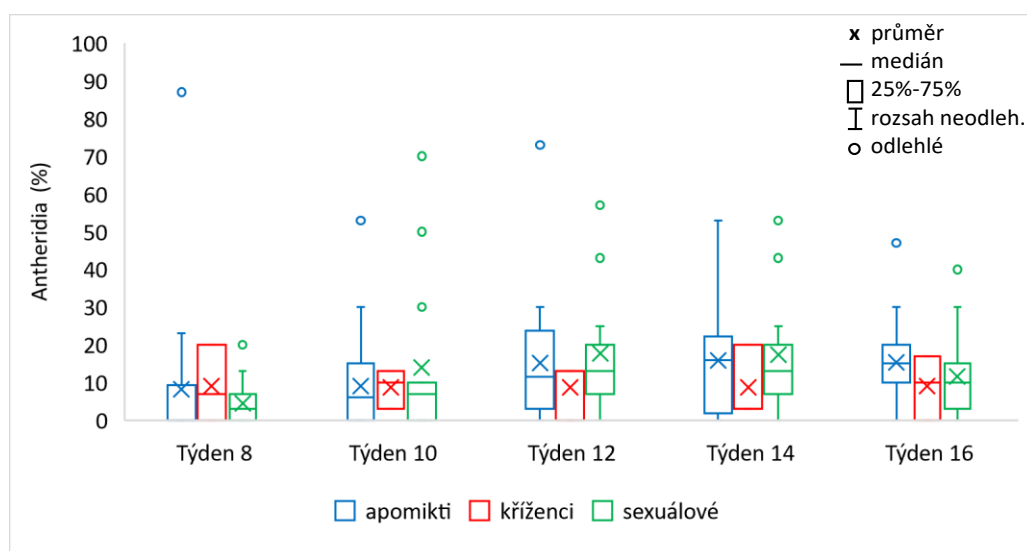
Obr. 9: Tvorba laterálních meristémů apomiktů, kříženců a sexuálů v rodu *Dryopteris* 4., 5. a 6. týden po vysetí.

5.1.4 Tvorba antheridií

Z 42 vyklíčených vzorků všechny utvořily alespoň na jednom gametofytu antheridia. U méně než poloviny 45% (19) vzorků se antheridia tvořila 8. týden.

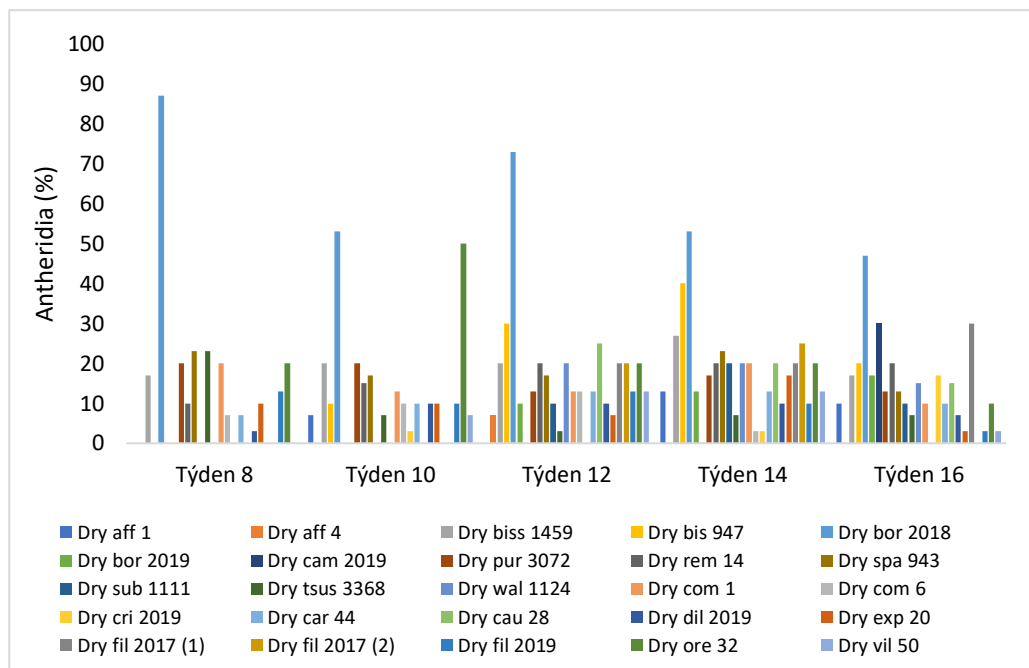
Nejpozději 16. týden začaly antheridia tvořit taxony *Adiantum hispidulum* (Adi his 2015), *Anemia tomentosa* (Ane tom 2010), *Asplenium flabellifolium* (Asp fla 2019), *Dryopteris cambrensis* (Dry cam 2019). Nejvíce gametofytů s antheridii vytvořil *Dryopteris borreri* (Dry bor 2018) 8. týden 87%. Více antheridií měl také *Asplenium septentrionale* (Asp sep 2020) 10. týden 70% a *Dryopteris oreades* (Dry ore 32) 50% 10. týden. Nejméně gametofytů s antheridii měly *Asplenium flabellifolium* (Asp fla 2019), maximálně 3% 16. týden a *Dryopteris cambrensis* (Dry cam 2019) 3% 16. týden.

Nejprve 8. týden nejvíce gametofytů s antheridii (9%) měli kříženci, poté u nich tvorba antheridií poklesla a nejvíce antheridií měli sexuálové, 12. týden 18%. Apomikti měli nejvíce gametofytů s antheridii 14. týden 16% (Obr. 10).



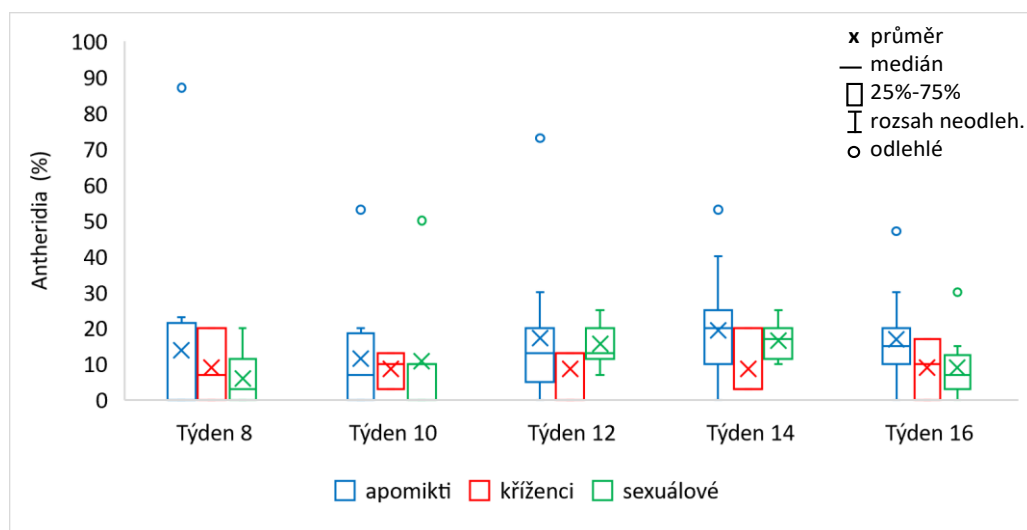
Obr. 10: Tvorba antheridií apomiktů, kříženců a sexuálů 8., 10., 12., 14. a 16. týden po vysetí.

V rodu *Dryopteris* nejvíce gametofytů s antheridii měly *Dryopteris borreri* (Dry bor 2018) 8. týden 87%, *Dryopteris oreades* (Dry ore 32) 50% 10. týden a *Dryopteris bissetiana* (Dry bis 947) 40% 14. týden. Naopak nejméně gametofytů s antheridii formovaly *Dryopteris cambrensis* (Dry cam 2019), maximálně 3% 16. týden a *Dryopteris affinis* (Dry aff 4) 7% 12. týden (Obr. 11).



Obr. 11: Tvorba antheridií jednotlivých vzorků v rodu *Dryopteris* 8., 10., 12., 14. a 16. týden po vysetí.

V rodu *Dryopteris* nejvíce gametofytů s antheridii měli apomikti, 14. týden 19%. Sexuálové měli nejvíce gametofytů s antheridii 14. týden 16%, nejméně měli kříženci 9% (Obr. 12).

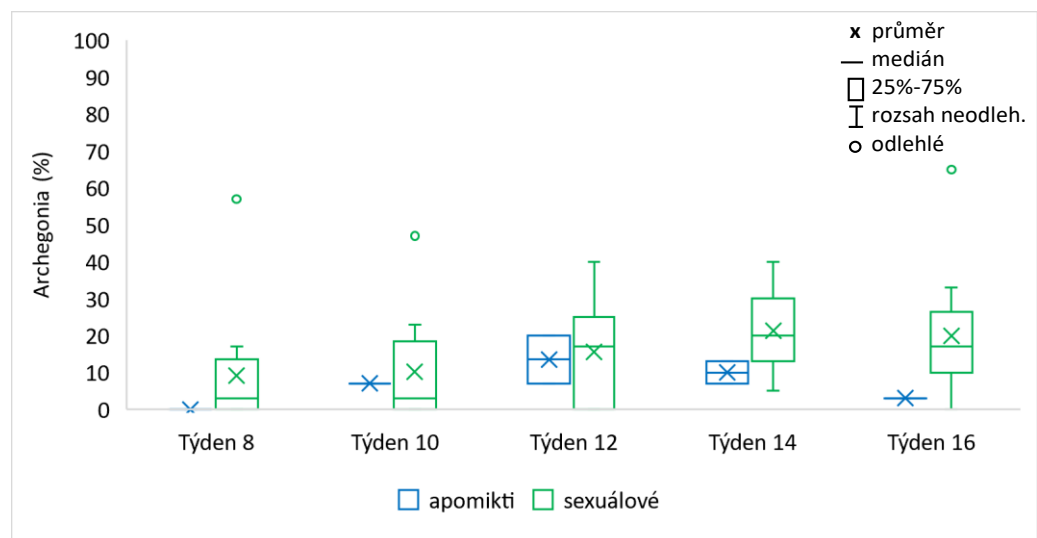


Obr. 12: Tvorba antheridií apomiktů, kříženců a sexuálů v rodu *Dryopteris* 8., 10., 12., 14. a 16. týden po vysetí.

5.1.5 Tvorba archegonií

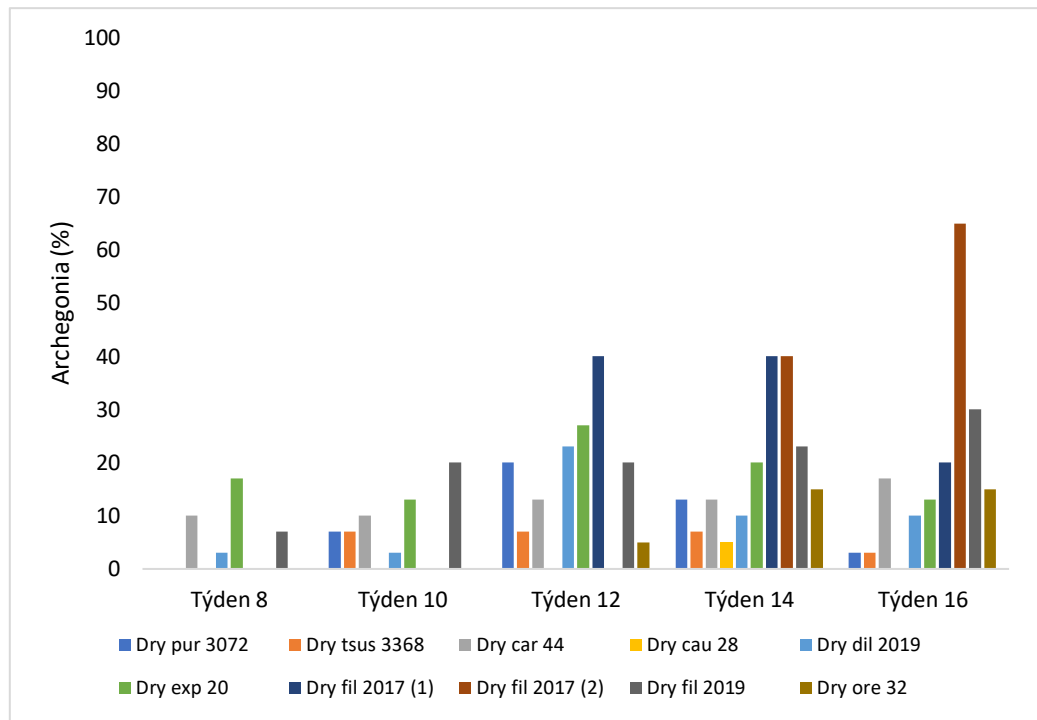
Z 42 vyklíčených vzorků 36% (15) alespoň na jednom gametofytu vytvořilo archegonia. Méně, než polovina z nich 47% (7) měla archegonia 8. týden. Nejpozději 14. týden začaly archegonia tvořit *Asplenium septentrionale* (Asp sep 2020), *Doodia caudata* (Doo cau 2004), *Dryopteris caucasica* (Dry cau 28), *Dryopteris filix-mas* (Dry fil 2017 (2)). Nejvíce archegonií 65% vytvořil 16. týden *Dryopteris filix-mas* (Dry fil 2017 (2)), poté *Ceratopteris richardii* (Cer 2019) 8. týden 57%. Naopak nejméně gametofytů s archegonií měly *Dryopteris caucasica* (Dry cau 28), maximálně 5% 14. týden a *Dryopteris tsushimense* (Dry tsus 3368) 7% 10., 12. a 14. týden.

Souhrnně z vyklíčených vzorků archegonia vytvořilo 8% (2) apomiktů, 0% kříženců a 87% (13) sexuálů. Ze vzorků tvořící archegonia nejvíce gametofytů s archegonií měli sexuálové, až 21% 14. týden. Apomikti začali archegonia utvářet až 10. týden, nejvíce gametofytů s archegonií měli 12. týden 14% (Obr. 13).



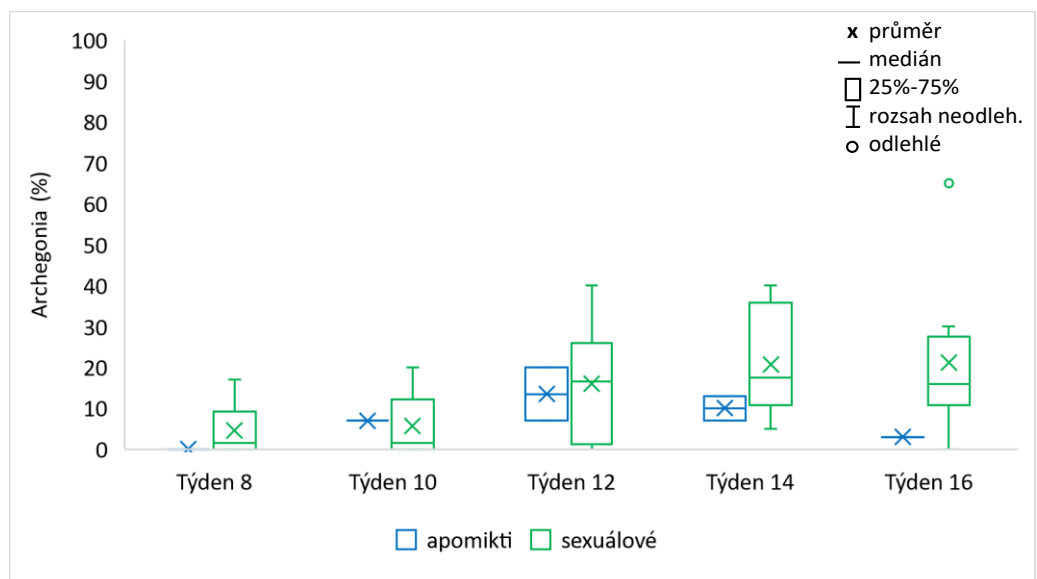
Obr. 13: Tvorba archegonií apomiktů a sexuálů 8., 10., 12., 14. a 16. týden po vysetí.

Z vyklíčených vzorků z rodu *Dryopteris* archegonia vytvořilo 39% (10). Nejvíce archegonií utvářely *Dryopteris filix-mas* (Dry fil 2017 (2)) 16. týden 65% a *Dryopteris filix-mas* (Dry fil 2017 (1)) 14. týden 40%. Nejméně gametofytů s archegonií měl *Dryopteris caucasica* (Dry cau 28), maximálně 5% 14. týden a *Dryopteris tsushimense* (Dry tsus 3368) 7% 10., 12. a 14. týden (Obr. 14).



Obr. 14: Tvorba archegonií jednotlivých vzorků v rodu *Dryopteris* 8., 10., 12., 14. a 16. týden po vyšetí.

Z vyklíčených vzorků rodu *Dryopteris* vytvořilo archegonia 15% (2) apomiktů, 0% kříženců a 89% (8) sexuálů. Ze vzorků tvořících archegonia v průměru nejvíce gametofytů s archegonií měli sexuálové, 16. týden až 21%. Apomikti začali utvářet archegonia až 10. týden, nejvíce 12. týden 14% (Obr. 15).

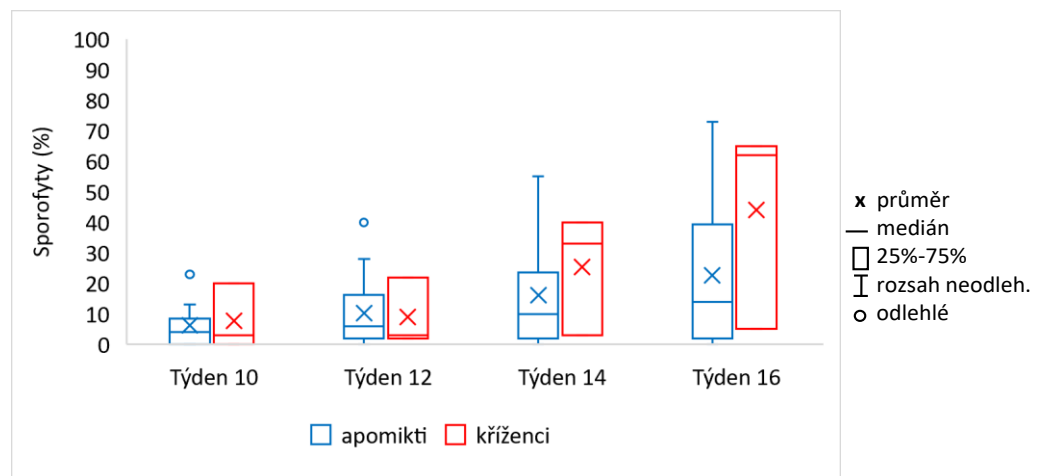


Obr. 15: Tvorba archegonií apomiktů a sexuálů v rodu *Dryopteris* 8., 10., 12., 14. a 16. týden po vyšetí.

5.1.6 Tvorba sporofytů

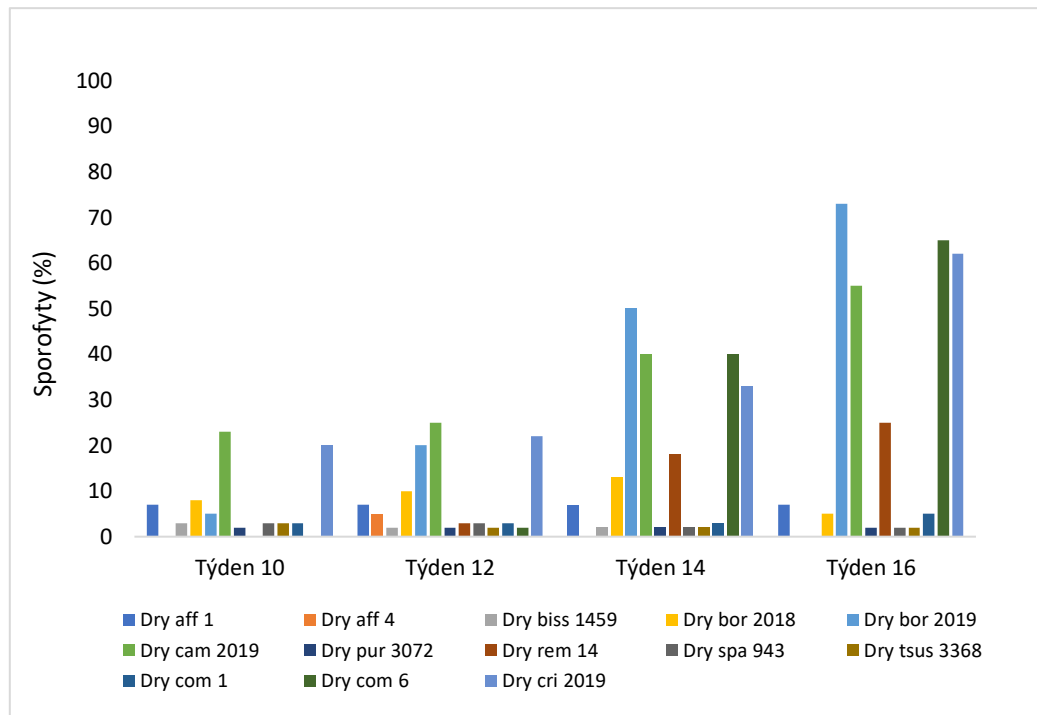
Z 42 vyklíčených vzorků 50% (21) utvořilo alespoň na jednom gametofytu sporofyt. Většina z nich 71% (15) tvořila sporofyty 10. týden. Nejpozději 16. týden začal sporofyty utvářet *Pteris multifida* (Pte mul 2018). Nejvíce sporofytů tvořily *Dryopteris borreri* (Dry bor 2019) 16. týden 73%, *Cheilanthes eatonii* (Chei eat 2016) 16. týden 70% a *Dryopteris ×complexa* (Dry com 6) 16. týden 65%. Nejméně sporofytů měly *Pteris multifida* (Pte mul 2018), maximálně 2% 16. týden, *Dryopteris bissetiana* (Dry biss 1459) 3% 8. a 10. týden, *Dryopteris purpurella* (Dry pur 3072) 3% 6. týden.

Souhrnně z vyklíčených vzorků sporofyt utvořilo 75% (18) apomiktů, 100% (3) kříženců a 0% sexuálů. Ze vzorků tvořících sporofyty nejvíce sporofytů tvořili kříženci, až 44% 16. týden. Apomikti měli nejvíce sporofytů 16. týden 23% (Obr. 16).



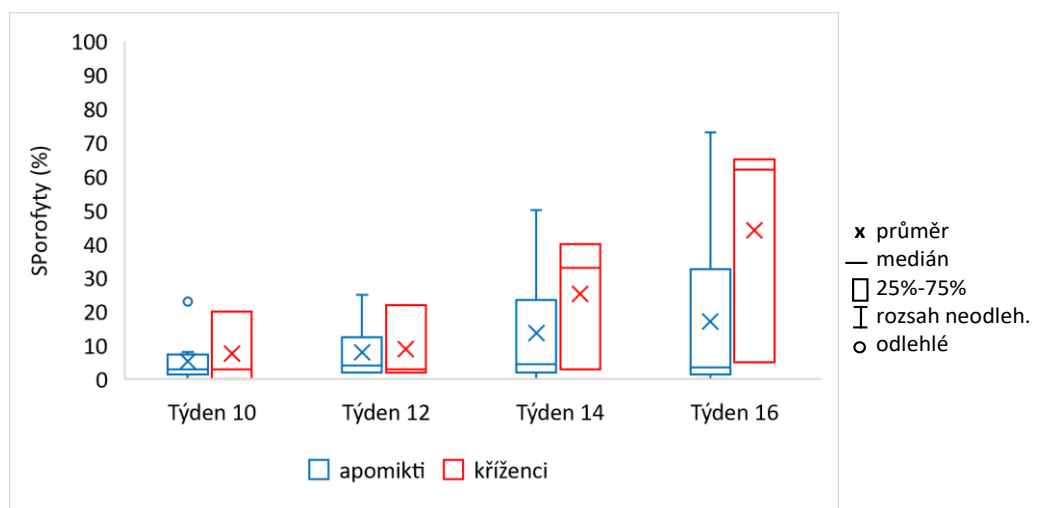
Obr. 16: Tvorba sporofytů apomiktů a kříženců 10., 12., 14. a 16. týden po vysetí.

Z vyklíčených vzorků rodu *Dryopteris* utvořilo sporofyty 52% (13). Nejvíce sporofytů tvořily *Dryopteris borreri* (Dry bor 2019) 16. týden 73%, *Dryopteris ×complexa* (Dry com 6) 65% 16. týden, *Dryopteris ×critica* (Dry cri 2019) 62% 16. týden. Nejméně gametofytů se sporofytem měly *Dryopteris purpurella* (Dry pur 3072), maximálně 2% 10. týden, *Dryopteris bissetiana* (Dry biss 1459) 3% 10. týden, *Dryopteris sparsa* (Dry spa 943) 3% 10. a 12. týden, *Dryopteris tsushimense* (Dry tsus 3368) 3% 10. týden (Obr. 17).



Obr. 17: Tvorba sporofytů jednotlivých vzorků v rodu *Dryopteris* 10., 12., 14. a 16. týden po vysetí.

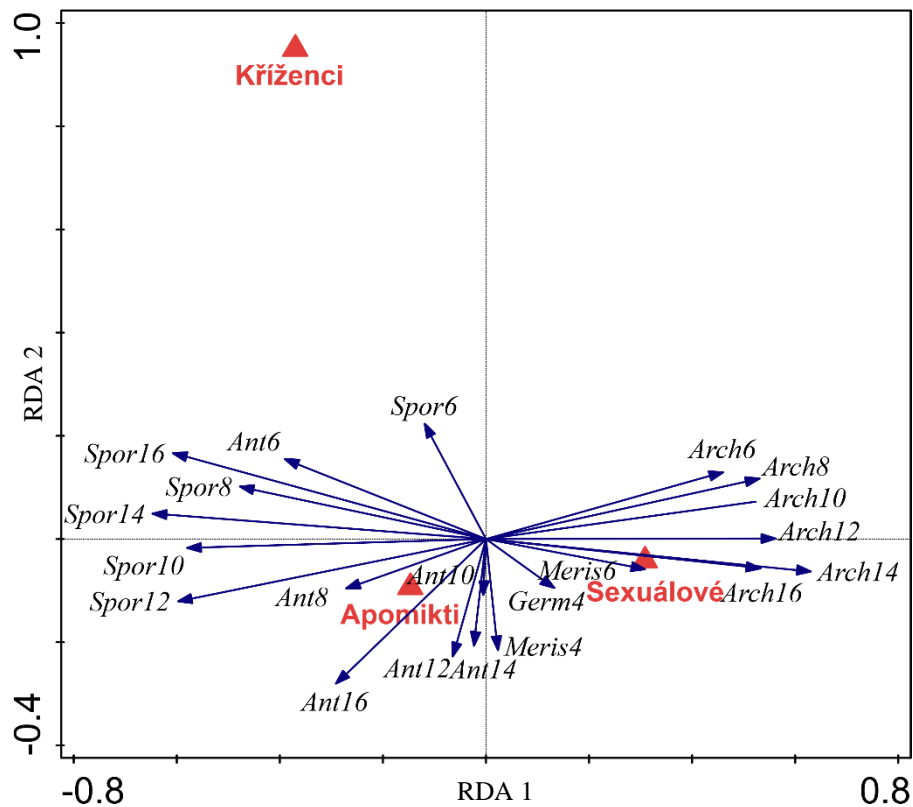
Z vyklíčených vzorků rodu *Dryopteris* utvořilo sporofyt 42% (10) apomiktů, 100% (3) kříženců a 0% sexuálů. Ze vzorků formujících sporofyty nejvíce sporofytů tvořili kříženci, až 44% 16. týden. Apomikti tvořili sporofytů méně, nejvíce 16. týden 17% (Obr. 18).



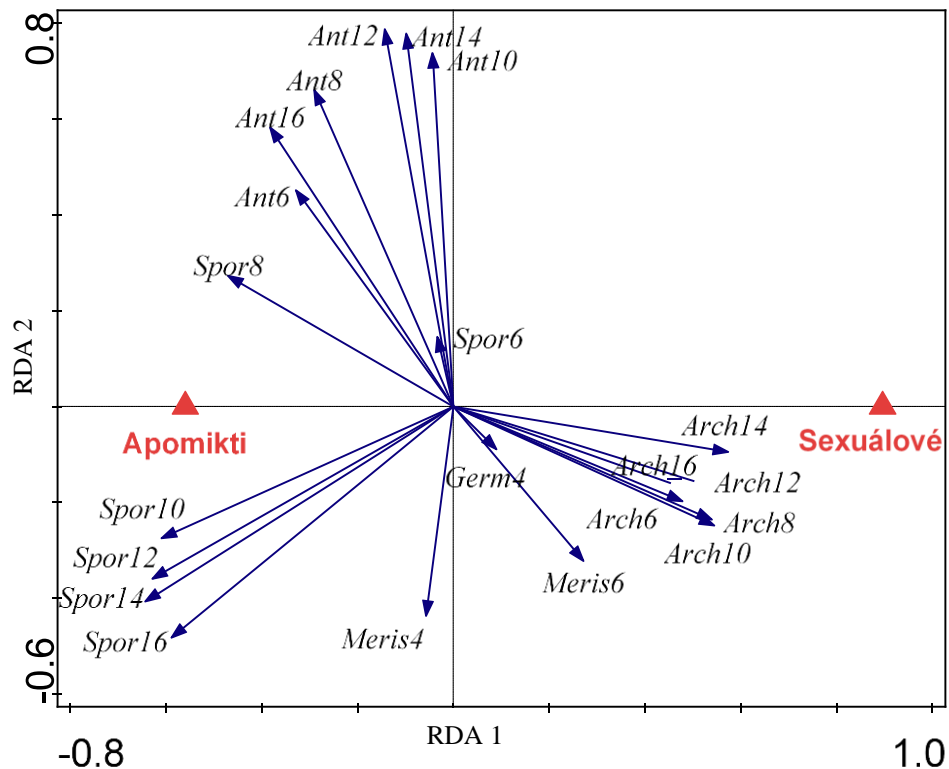
Obr. 18: Tvorba sporofytů apomiktů a kříženců v rodu *Dryopteris* 10., 12., 14. a 16. týden po vysetí.

5.1.7 Vliv způsobu reprodukce

Byly testovány rozdíly mezi apomikty, kříženci a sexuály v klíčivosti, tvorbě meristémů, tvorbě gametangií a sporofytů. V těchto analýzách byl odfiltrován vliv přesunu výtrusů poštou. Apomikty, sexuálové a jejich kříženci se v reprodukčních charakteristikách průkazně liší (RDA; pseudo-F=5,3, p=0,001). Kříženci se odlišují především nižší mírou klíčivosti a nižším počtem meristemických gametofytů (Obr. 19). Apomikty se od sexuálů také průkazně odlišují (RDA; pseudo-F=8,7, p=0,001). Apomikty se od sexuálů liší vyšší produkcí sporofytů a nižší produkcí archegonií (Obr. 20).

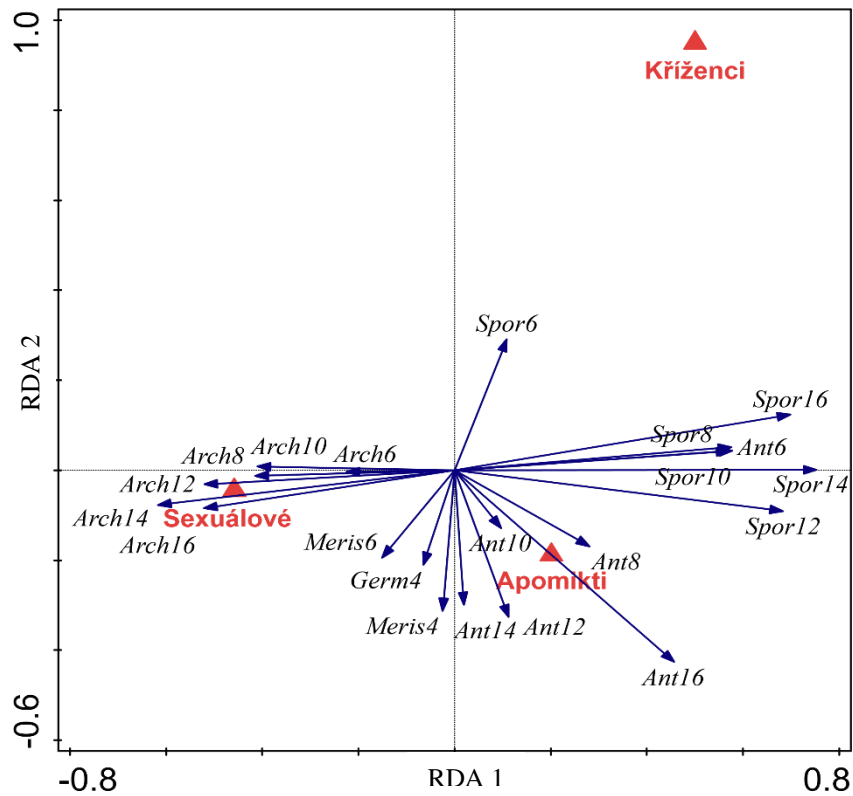


Obr. 19: Porovnání reprodukčních vlastností mezi apomikty, kříženci a sexuály (Germ – % vyklíčených výtrusů, Meris – % gametofytů s meristémem, Ant – % gametofytů s antheridii, Arch – % gametofytů s archegonií, Spor – % gametofytů se sporofytem a týden pozorování 6–16).

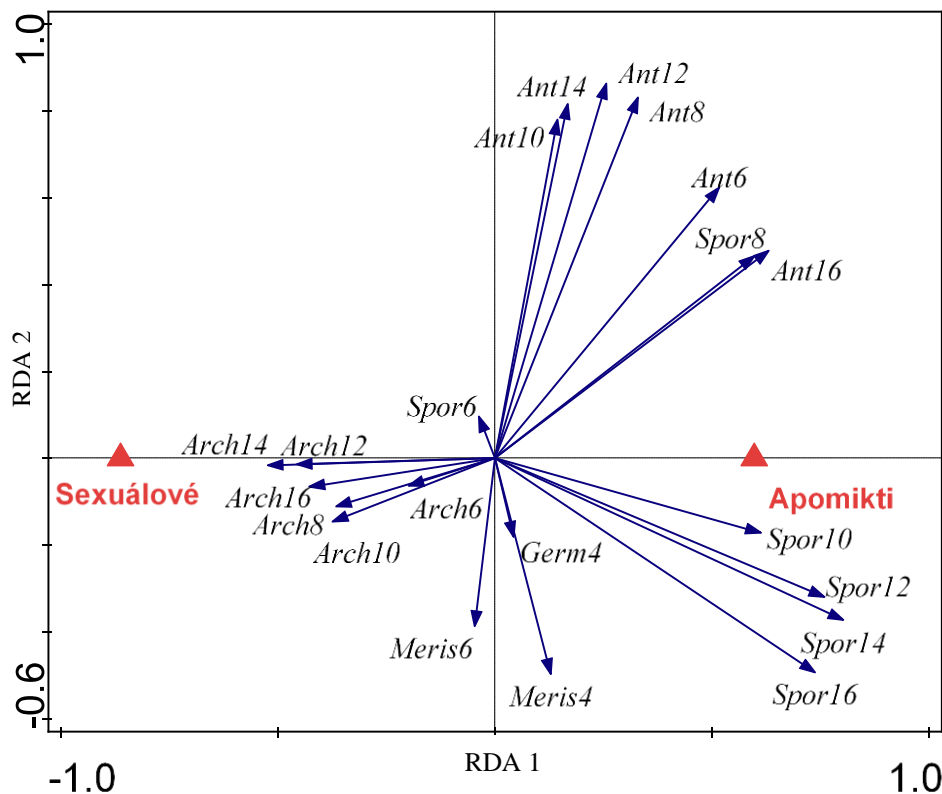


Obr. 20: Porovnání reprodukčních vlastností mezi apomikty a sexuály (Germ – % vyklíčených výtrusů, Meris – % gametofytů s meristémem, Ant – % gametofytů s antheridii, Arch – % gametofytů s archegonií, Spor – % gametofytů se sporofytem a týden pozorování 6–16).

Rozdíly mezi apomikty, kříženci a sexuály byly testovány zvlášť pro rod *Dryopteris*. Jednotlivé skupiny se od sebe průkazně liší (RDA; pseudo-F=3,6, p=0,001). Kříženci se od apomiktů a sexuálů liší nižší mírou klíčivosti a nižším počtem gametofytů s laterálním meristémem (Obr. 21). Také apomikti a sexuálové se průkazně odlišují (RDA; pseudo-F=5,8, p=0,001). Apomikti a sexuálové se liší především tvorbou sporofytů a archegonií (Obr. 22).

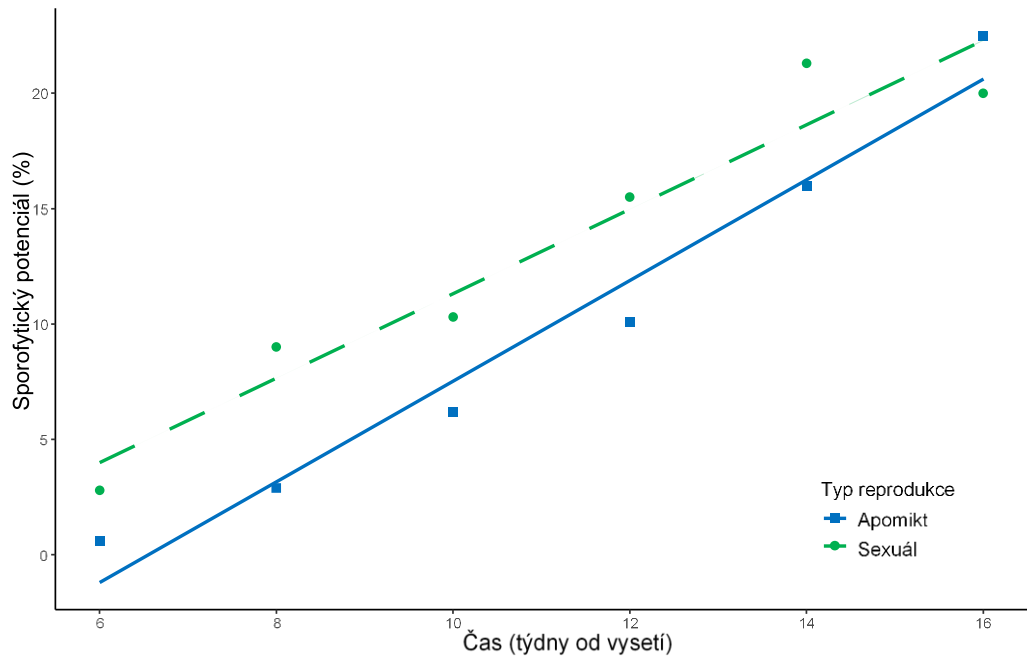


Obr. 21: Porovnání reprodukčních vlastností mezi apomikty, kříženci a sexuály v rodu *Dryopteris* (Germ – % vyklíčených výtrusů, Meris – % gametofytů s meristémem, Ant – % gametofytů s antheridii, Arch – % gametofytů s archegonii, Spor – % gametofytů se sporofytem a týden pozorování 6–16).



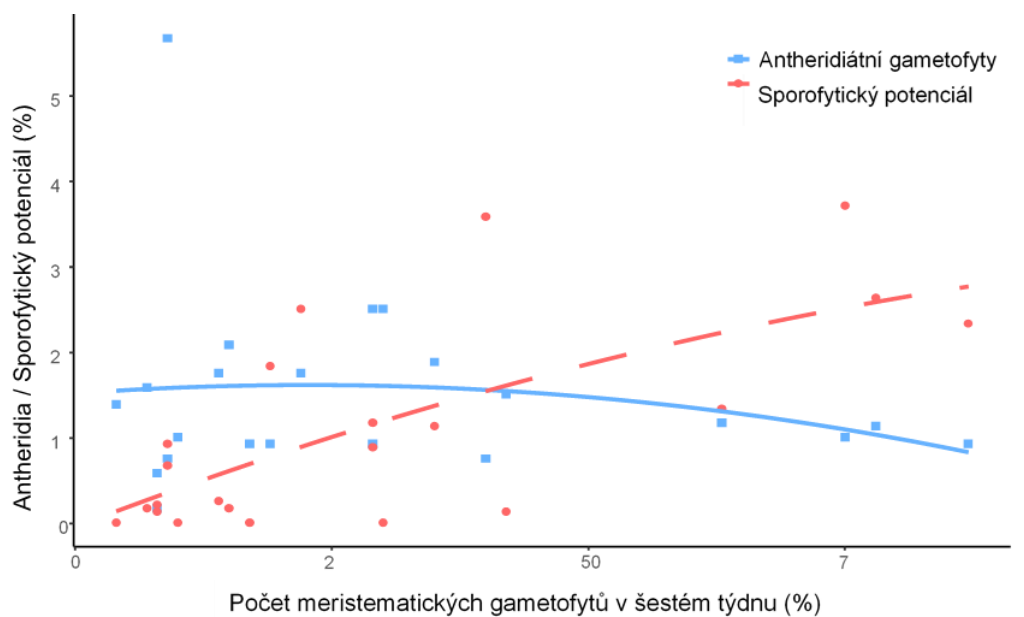
Obr. 22: Porovnání reprodukčních vlastností mezi apomikty a sexuály v rodu *Dryopteris* (Germ – % vyklíčených výtrusů, Meris – % gametofytů s meristémem, Ant – % gametofytů s antheridii, Arch – % gametofytů s archegonií, Spor – % gametofytů se sporofytem a týden pozorování 6–16).

Byl testován vliv způsobu reprodukce na schopnost gametofytu formovat sporofyt či archegonia (tzv. sporofytický potenciál). Sporofytický potenciál se mezi apomikty a sexuály průkazně neliší (GLM; $\text{Chisq}[1]=1,29$, $p=0,256$). Tento potenciál byl testován zvlášť pro rod *Dryopteris*, ve kterém se apomikty a sexuálové také průkazně neliší (GLM; $\text{Chisq}[1]=1,37$, $p=0,242$). V datasetu zahrnujícím pouze vzorky, které měly alespoň jeden gametofyt se sporofytem či archegoniem, se apomikty a sexuálové průkazně neliší (GLM; $\text{Chisq}[1]=1,60$, $p=0,206$) (Obr. 23). Celkově více sexuálů tvořilo archegonia (89%) než apomiktů sporofyt (75%). Sexuálové měli 16. týden v průměru 21% gametofytů s archegonií a apomikty měli 23% gametofytů se sporofytem.



Obr. 23: Sporofytický potenciál sexuálních a apomiktických taxonů od 6. do 16. týdne. Sporofytický potenciál je vyjádřen u apomiktů procentem gametofytů se sporofytem a u sexuálů procentem gametofytů s archegonii.

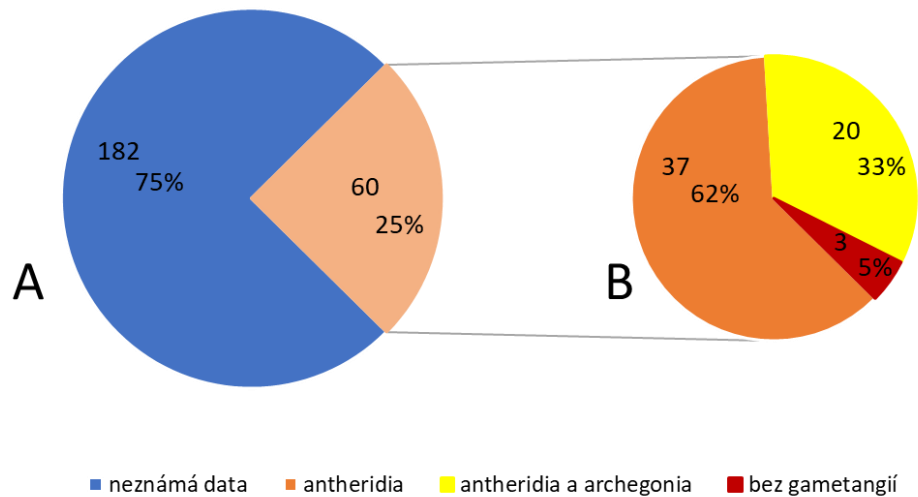
V rodu *Dryopteris* se zvyšujícím se počtem meristematických gametofytů klesá procento gametofytů s antheridii. Schopnost apomiktů tvořit sporofyt a sexuálů archegonia (tzv. sporofytický potenciál) se naopak zvyšuje (Obr. 24).



Obr. 24: Vztah mezi procentem meristematických gametofytů (6. týden), procentem gametofytů s antheridii (průměr 10., 12., 14., 16. týden) a sporofytickým potenciálem (průměr 10., 12., 14., 16. týden) v rodu *Dryopteris*.

5.2 Revize gametangií u apomiktů v literatuře

Z literatury a kultivačního experimentu byly získány informace o 64 taxonech, včetně 3 kříženců apomiktů a sexuálů a syntetických kříženců rodu *Pteris* (Příloha 2). Z toho 16 taxonů bylo přidáno na základě kultivačního experimentu. Tvorba antheridií byla zaznamenána u 61 (95%) taxonů. Ve většině případů se antheridia zdála životaschopná. Archegonia byla pozorována u 21 (35%) taxonů, obecně byla považována za nefunkční. Studie Liu et al. (2012) uvádí jako apomiktických 242 taxonů, nepočítaje křížence, získaná data pokrývají 25% diverzity apomiktů. Vyjma kříženců, z 60 studovaných apomiktických taxonů u 95% (57) byla zaznamenána antheridia a u 33% (20) archegonia. U 5% (3) nebyla pozorována tvorba žádného typu gametangií. U žádného taxonu nebyla pozorována pouze tvorba archegonií (Obr. 25). V některých případech, když informace k taxonům pocházeli z více zdrojů, se informace o nich získané lišily. Antheridia *Dryopteris borreri*, *Cheilanthes farinosa* a archegonia u *Dryopteris affinis*, *Dryopteris borreri* a *Phegopteris connectilis*, *Pteris cretica* nebyla pozorována ve všech studiích.



Obr. 25: Přehled získaných dat v kontextu celkové známé diverzity apomiktů. A = poměr studovaných apomiktických taxonů, B = získané informace o tvorbě gametangií u studovaných apomiktických taxonů.

5.3 Analýza ploidní úrovně vypěstovaných gametofytů a sporofytů

Z celkového počtu 16 analyzovaných taxonů byla u 12 zaznamenána pouze 1 ploidní úroveň (Tab. II). U 4 taxonů byla kromě očekávané zaznamenána i odlišná relativní velikost genomu. Poloviční relativní velikost genomu gametofytu měl 1 vzorek gametofytu *Cyrtomium atropunctatum* (53%) a 1 vzorek gametofytu *Dryopteris bissetiana* (51%). U 1 vzorku gametofytu *Dryopteris tsushimense* byla naměřena větší než poloviční (64%) relativní velikost genomu. Ze vzorků taxonu *Dryopteris ×complexa* měli 2 vzorky gametofytu menší, o něco více než poloviční, (61% a 51%) relativní velikost genomu (Tab. III). Výsledná data pro jednotlivé taxony včetně počtu analyzovaných vzorků jsou uvedena v tabulkách (Tab. II, Tab. III).

U apomiktických triploidních taxonů *Cyrtomium atropunctatum* a *Dryopteris bissetiana* poloviční velikost genomu odpovídá polyhaploidním (1,5x) vzorkům. U tetraploidního apomikta *Dryopteris tsushimense* menší velikost genomu neodpovídá přesně diploidovi. Je možné, že u taxonu byla chybně určena ploidie a jedná se triploida, menší velikost genomu by poté odpovídala diploidovi. U tetraploidního křížence *Dryopteris ×complexa* menší velikost genomu odpovídá diploidním vzorkům.

Tab. II: Relativní velikost genomu jednotlivých taxonů. Jako standard byla použita *Vicia faba*, u taxonů označených hvězdičkou (*) byl použit standard *Chorophytum comosum* (vz/std = poměr vzorku a standardu, SD = směrodatná odchylka, N = počet vzorků, G = gametofyt, GS = gametofyt se sporofytem, S = sporofyt).

| Taxon | CV průměr vzorek | CV průměr standard | vz/std min – průměr – max | SD vz/std | N (G/GS/S) |
|--------------------------------|------------------|--------------------|---------------------------|-----------|------------|
| <i>Cyrtomium atropunctatum</i> | 7,72 | 6,03 | 0,71 – 0,74 – 0,79 | 0,02 | 35/0/0 |
| <i>Diplazium taiwanense</i> | 2,35 | 2,01 | 0,88 – 0,89 – 0,90 | 0,01 | 1/17/21 |
| <i>Dryopteris affinis</i> * | 6,46 | 10,36 | 0,54 – 1,41 – 1,91 | 0,48 | 0/46/0 |
| <i>Dryopteris affinis</i> | 3,60 | 2,68 | 0,23 – 0,65 – 1,72 | 0,34 | 8/16/3 |
| <i>Dryopteris bissetiana</i> | 9,56 | 9,56 | 0,90 – 0,97 – 1,00 | 0,04 | 60/0/0 |

| | | | | | |
|--|------|------|--------------------|------|-----------|
| <i>Dryopteris borrieri</i> * | 5,40 | 4,45 | 0,69 – 1,05 – 1,93 | 0,42 | 0/99/0 |
| <i>Dryopteris borrieri</i> | 2,45 | 1,78 | 0,84 – 0,87 – 0,88 | 0,87 | 77/32/17 |
| <i>Dryopteris kinokuniensis</i> | 3,05 | 3,05 | 1,00 – 1,00 – 1,00 | 0,00 | 2/2/0 |
| <i>Dryopteris purpurella</i> | 2,84 | 2,32 | 0,71 – 0,72 – 0,73 | 0,01 | 0/16/0 |
| <i>Dryopteris remota</i> | 2,41 | 2,09 | 0,91 – 0,91 – 0,92 | 0,00 | 0/12/2 |
| <i>Dryopteris sparsa</i> | 3,09 | 2,43 | 0,68 – 0,71 – 0,72 | 0,01 | 37/1/0 |
| <i>Dryopteris tsugiwoi</i> | 3,41 | 2,76 | 0,66 – 0,70 – 0,72 | 0,01 | 32/0/0 |
| <i>Dryopteris tsushimense</i> | 2,40 | 2,30 | 0,84 – 0,86 – 0,88 | 0,01 | 77/0/0 |
| <i>Dryopteris</i> <i>×alpirsbachensis</i> | 3,18 | 2,12 | 0,68 – 0,70 – 0,74 | 0,02 | 5/0/0 |
| <i>Dryopteris</i> × <i>complexa</i> | 2,25 | 2,33 | 1,10 – 1,13 – 1,18 | 0,08 | 269/22/61 |
| <i>Doodia caudata</i> | 2,61 | 2,44 | 0,58 – 0,62 – 1,15 | 0,14 | 16/0/0 |
| <i>Dryopteris caucasica</i> | 2,68 | 1,72 | 0,31 – 0,31 – 0,31 | 0,00 | 50/0/0 |
| <i>Dryopteris oreades</i> | 2,96 | 1,72 | 0,27 – 0,27 – 0,27 | 0,00 | 50/0/0 |

Tab. III: Relativní velikost genomu vzorků s odlišnou velikostí genomu (vz/std = poměr vzorku a standardu, vz2/vz1 = poměr vzorku s odlišnou velikostí genomu a vzorku standardní relativní velikosti genomu, N = počet vzorků, G = gametofyt).

| Taxon | CV vzorku | CV standardu | vz/std | vz2/vz1 | N (G) |
|---|-----------|--------------|--------|---------|-------|
| <i>Cyrtomium atropunctatum</i> (Cyr atr 2019) | 9,88 | 7,86 | 0,40 | 0,53 | 1 |
| <i>Dryopteris bissetiana</i> (Dry biss 1459) | 8,89 | 9,21 | 0,51 | 0,51 | 1 |
| <i>Dryopteris tsushimense</i> (Dry tsus 3368) | 1,87 | 2,01 | 0,55 | 0,64 | 1 |
| <i>Dryopteris</i> × <i>complexa</i> (Dry com 1) | 2,43 | 2,46 | 0,68 | 0,61 | 1 |
| <i>Dryopteris</i> × <i>complexa</i> (Dry com 6) | 3,09 | 2,74 | 0,59 | 0,51 | 1 |

6. Diskuse

6.1 Porovnání reprodukčních vlastností mezi apomiktickými taxony, sexuálními taxony a jejich kříženci

6.1.1. Skladování a přesun výtrusů poštou, podmínky kultivace

Výtrusy 27 rostlin byly odebrány z herbářových položek uchovávaných v suchu a tmě při pokojové teplotě. Výtrusy 37 rostlin byly přesouvány poštou

z Ameriky, Japonska a Německa. Pro maximální životnost uskladněných výtrusů je obecně doporučováno uchovávat výtrusy v suchu v exsikátoru při nižší teplotě (Voeller 1964, Sugai and Furuya 1967, Sugai 1968, 1971, Windham et al. 1986). Existuje několik výjimek, například druh *Asplenium ruta-muraria* měl ale naopak vyšší klíčivost, pokud byly výtrusy skladovány ve vlhkém prostředí (Aragon and Pangua 2004). Vliv přesunu výtrusů poštou na jejich reprodukční charakteristiky nebyl dosud studován. Je zajímavé, že v této diplomové práci se v redundantních analýzách vývoj výtrusů přesouvaných poštou průkazně liší. Avšak vliv přesunu výtrusů poštou na klíčení byl neprůkazný. Není jasné, zda tyto výsledky mají biologické vysvětlení, či se jedná pouze o artefakt. Studie pracující s výtrusy, které cestovaly poštou by měly vzít tento faktor v úvahu.

Optimální podmínky kultivace mohou být pro jednotlivé druhy mírně odlišné. Protože cílem kultivačního experimentu je interpretovat všeobecné principy, všechny vzorky byly kultivovány za sjednocených podmínek, a to na 1% roztoku agarů obohaceného o 100% koncentraci základního MS roztoku (Murashige and Skoog 1962) při 20°C osvětleny bílým světlem 12 hodin denně. Kultivacím byl poskytnut vysoký obsah živin, aby se zabránilo kompetici pěstovaných gametofytů a limitaci jejich růstu. Avšak i přílišná koncentrace živin může mít na vývoj gametofytů negativní vliv (Korpelainen 1994). Ideální teplota pro kultivaci se mezi jednotlivými taxony liší, obecně se pro klíčení výtrusů uvádí jako optimální 20–25°C (Raghavan 1989, Suo et al. 2015). Přes polovinu (60%) kultivovaných vzorků výtrusů patří do rodu *Dryopteris* a např. druh *Dryopteris filix-mas* nejlépe klíčí při 20°C (Mohr 1956a). Druh *Onoclea sensibilis* zase preferuje vyšší teplotu okolo 28°C (Hartt 1925).

6.1.2 Stáří a klíčení výtrusů

V této práci byly ke kultivaci použité výtrusy různého stáří, od čerstvých až po 16 let staré. Rostlina *Onoclea sensibilis* (Ono sen 2019) byla z vyhodnocení vyřazena, jelikož se jedná o druh se zelenými výtrusy. Zelené výtrusy mají sníženou životaschopnost (Lloyd and Klekowski 1970, Lebkuecher 1997) v průměru 48 dní (Lloyd and Klekowski 1970) a její výtrusy byly 1 rok staré. *Onoclea sensibilis* vyklíčila, 4. týden měla klíčivost 13%, ale přestože se jedná o

sexuální druh neutvořila žádná archegonia. Avšak i na klíčivost ostatních vzorků v kultivaci mělo stáří výtrusů průkazný vliv. V předchozích studiích byl vliv stáří výtrusů na jejich klíčivost potvrzen u *Pteridium aquilinum* (Conway 1949), *Polypodium vulgare* (Smith and Robinson 1975), *Pellaea truncata*, *Pellaea wrightiana* a *Pellaea ternifolia* (Windham et al. 1986) a *Pteris vitatta* (Beri and Bir 1993). Naopak u druhů *Pteris deflexa*, *P. denticulata* a *P. tristicula* nebyl vliv stáří zaznamenán (Martínez et al. 2013). Rostlina *Dryopteris filix-mas* (Dry fil 2017) byla v rámci kultivačního experimentu této diplomové práce vyseta ve dvou kolech kultivace. Poprvé byly výtrusy 1 rok staré s klíčivostí 100%, zatímco v dalším kole, následující rok, byly ty samé výtrusy již 2 roky staré s klíčivostí 92%. Také rostlina *Doodia caudata* (Doo cau 2004) byla použita opakovaně, zatímco 14 let staré výtrusy neklíčily, u 1 rok starých výtrusů byla klíčivost 69%. Průměrná životnost nezelených výtrusů se uvádí 1045 dní (2,9 let) (Lloyd and Klekowski 1970). Průměrné stáří výtrusů použitých v této práci bylo 2,7 let, průměrné stáří výtrusů, které vyklíčily poté 1,7 let. Stáří výtrusů má vliv také na velikost gametofytů (Beri and Bir 1993, Camloh 1999).

Ve studii Camloh (1999) u *Platycerium bifurcatum* byl zaznamenán vliv stáří na klíčivost výtrusů pouze v případě, pokud byla použita sterilizace výtrusů. Sterilizace bývá v některých experimentech vynechána, protože vliv kontaminace je zanedbatelný (Conway 1949, Mohr 1956a, Raghavan 1965b). V kultivačním experimentu této diplomové práce nebyly výtrusy sterilizovány, aby nedošlo ke snížení množství materiálu a negativnímu ovlivnění klíčení a dalších sledovaných charakteristik. A to především u kříženců majících nízkou míru životaschopných výtrusů.

Klíčení apomiktů a sexuálů kapradin dosud nebylo v žádné studii souhrnně porovnáváno. Pouze v dílčích studiích bylo studováno několik taxonů (viz níže), avšak souhrnné informace ke klíčení a k dalším vývojovým charakteristikám nejsou k dispozici. Toto byl důležitý moment v zadání této magisterské práce. Z jednotlivých studií jsou dosud ke klíčení kapradin známy následující dílčí informace. Ve studii Whittier (1968) apomiktické formy klíčily po 3 dnech, zatímco sexuální formy po 4 dnech. Odlišná rychlost klíčení nebyla zaznamenána mezi apomiktem *Asplenium monodon* a sexuálem *Asplenium auritum* (Regalado

Gabancho et al. 2010) ani mezi apomikty a sexuály rodu *Pteris* (Putsipisari et al. 2015). V rámci této diplomové práce bylo klíčení pozorováno po 1 týdnu, kdy se míra klíčivosti viabilních výtrusů u studovaných vzorků mezi apomikty a sexuály výrazně nelišila. Z aktuálně provedeného experimentu, vyklíčila většina (83%) sexuálních vzorků, z apomiktů vyklíčilo přes polovinu (57%). Z kříženců vyklíčily 3 ze 7 vzorků (43%). V této práci byla zaznamenávána klíčivost viabilních výtrusů, kterou měli nejvyšší sexuálové 74%. Sexuálové mají nízkou míru abortace výtrusů 3,05% (Hornych and Ekrt 2017), proto se kumulativní klíčivost zahrnující kromě viabilních i abortované výtrusy příliš neliší (72%). Kříženci mají vysokou míru abortace výtrusů 87,1% (Férová 2018), proto je jejich kumulativní klíčivost velmi nízká 7%. Avšak klíčivost viabilních výtrusů dosahuje 56%. Míra abortace uváděná u apomiktů je 18,09% (Hornych and Ekrt 2017), kumulativní klíčivost je 43%. Přestože apomikty mají abortaci výrazně nižší než kříženci, klíčivost viabilních výtrusů je 52% (Tab. IV). Nižší klíčivost viabilních výtrusů apomiktů je zřejmě způsobena vlivem přesunu výtrusů poštou.

Tab. IV. Průměrná míra abortace a klíčivost výtrusů pro apomikty, sexuály a jejich křížence.

| | Abortace výtrusů (%) | Kumulativní klíčivost výtrusů (%) | Klíčivost viabilních výtrusů (%) |
|------------------|-----------------------------|--|---|
| Apomikty | 18,09 | 43 | 52 |
| Kříženci | 87,1 | 7 | 56 |
| Sexuálové | 3,05 | 72 | 74 |

Kříženci apomiktů a sexuálů, *Dryopteris ×complexa* a *Dryopteris ×critica*, měli nižší klíčivost (50%, 68%) než jejich rodičovské druhy, apomikty *Dryopteris affinis* (95%), *Dryopteris borreri* (95%) a sexuál *Dryopteris filix-mas* (97%). Stejný trend byl pozorován i u *Asplenium ×lellingianum* křížence apomikta *Asplenium monodon* a sexuála *Asplenium auritum* (Regalado Gabancho et al. 2010).

6.1.3 Tvorba laterálních meristémů a gametangií

Gametofyty s laterálním meristémem byly zaznamenány u všech aktuálně studovaných vzorků. Nejvíce je tvořili sexuálové (45% 6. týden). Kříženci měli 6. týden v průměru 23% gametofytů s laterálním meristém, nejméně jich utvářeli apomikti (18% 6. týden). Výsledky naznačují, že minimálně v rodě *Dryopteris* přítomnost laterálního meristému omezuje tvorbu antheridií, jak bylo popsáno Raghavanen (1989).

Gametofyty s antheridii měly v této práci všechny vzorky. Nejprve (8. týden) měli sexuálové nižší poměr gametofytů s antheridii oproti apomiktům a křížencům. Poté se u nich poměr zvýšil, nejvíce měli 12. týden 18%. Antheridia 8. týden po vysetí byla pozorována u 45% vzorků. Studie často uvádí dřívější tvorbu antheridií než archegonií. Například u sexuálního *Asplenium auritum* byla antheridia zaznamenána o týden (13. týden) dříve než archegonia (Regalado Gabancho et al. 2010). Sexuální druhy *Pteris denticulata* a *Pteris tristicula* tvořily antheridia 15–20 dní (2.–3. týden) po vysetí, zatímco archegonia až 40 dní (6. týden) (Martínez et al. 2013). Ve studii Puspitasari et al. (2015) začaly sexuální taxony *Pteris* tvořit antheridia 40.–92. den (6.–14. týden) po vysetí, archegonia poté 74.–104. den (11.–15. týden). V kultivačním experimentu této diplomové práce u sexuálů nebyla zaznamenána dřívější tvorba žádného typu gametangií. Avšak apomikti tvořící archegonia formovali antheridia o 4 týdny dříve.

Gametofyty s archegonií byly v této diplomové práci pozorovány 8. týden po vysetí u 47% vzorků. Archegonia utvářela většina sexuálů 87%. Žádný z kříženců apomiktických a sexuálních druhů archegonia netvořil. Ve studii Regalado Gabancho et al. (2010) byla archegonia pozorována u křížence *Asplenium ×lellingianum* (*Asplenium monodon* a *Asplenium auritum*). V kultivačním experimentu byla archegonia zaznamenána u dvou apomiktů *Dryopteris purpurella* a *Dryopteris tsushimense* od 10. týdne kultivace.

Bisexuální gametofyty byly v provedené kultivaci velmi vzácné. Celkově bylo zaznamenáno pouze 15 bisexuálních gametofytů u 6 taxonů (*Asplenium septentrionale*, *Doodia caudata*, *Dryopteris carthusiana*, *Dryopteris expansa*, *Dryopteris filix-mas*, *Notholaena marantae*). V literatuře se uvádějí různé

hodnoty bisexuálních gametofytů v kultivacích. Zatímco sexuál *Pteris ensiformis* měl v kultivaci pouze oboupohlavné gametofyty (Zhang et al. 2008). V další studii u sexuálů *Pteris ensiformis* a *Pteris tripartita* převažovaly samčí gametofyty, ale přítomny byly i oboupohlavné (Puspitasari et al. 2015). Odlišné zastoupení bisexuálních gametofytů je zřejmě způsobeno rozdílnými podmínkami prostředí, jako například obsahem živin v médiu, hustotou gametofytů apod. Přítomnost sacharózy v kultivačním médiu vede k tvorbě větších gametofytů a dřívější tvorbě gametangií i na gametofytech menších velikostí (Whittier 1968). Archegonia se tvoří na větších gametofytech, schopných splnit vysoké nároky na živiny případného sporofytu (Huang et al. 2004, DeSoto et al. 2008).

6.1.4 Tvorba gametangií u apomiktů

Je známo, že apomiktické druhy tvoří funkční antheridia (Walker 1962, Whittier 1968, Haufler and Gastony 1978, Regalado Gabancho et al. 2010, Martínez et al. 2013, Puspitasari et al. 2015, Martínez et al. 2017). V kultivačním experimentu byla tato skutečnost potvrzena, antheridia byla zaznamenána u všech vyklíčených apomiktických vzorků. Nicméně přítomnost antheridií nemusí znamenat produkci životaschopných spermatozoidů. Taxony využívající k reprodukci MFDR sporogenezi nejsou schopny tvořit funkční pohyblivé spermatozoidy (Walker 1985, Regalado Gabancho et al. 2010). Obecně se v literatuře uvádí, že k tvorbě funkčních archegonií u apomiktů nedochází (např. Walker 1962, Whittier 1968, Puspitasari et al. 2015). Ze 24 vyklíčených apomiktických vzorků v této diplomové práci byla pouze u 2 (*Dryopteris purpurella*, *Dryopteris tsushimensis*) pozorována archegonia. Včetně předchozích kultivačních studií byla archegonia zaznamenána u 21 (35%) apomikticky se rozmnožujících taxonů (včetně kříženců) z 64 studovaných (Příloha 3), ve většině případů byla považována za nefunkční. Některé taxony, u kterých byla při kultivaci archegonia zaznamenána, však mohou za odlišných podmínek tvořit pouze antheridia. Například zatímco Duncan (1943) zaznamenal archegonia u *Dryopteris affinis* a *Dryopteris borrieri* (synonymum *Dryopteris pseudomas*) či Whittier (1970) u *Phegopteris connectilis* v rámci tohoto kultivačního experimentu tvořily tyto taxony pouze antheridia. Na možnou tvorbu funkčních

archegonií u apomiktů ukazují i molekulární studie uvádějící, že apomiktické druhy mohli být mateřské při křížení se sexuálními druhy (Hori et al. 2014, 2016, Hori et al. 2018c, Hori and Murakami 2019). Tvorba funkčních archegonií u apomiktů nemůže být vyloučena, ale patrně bude velmi vzácná. Obecně jsou proto apomiktické taxony považovány za otcovské při křížení se sexuálními taxony.

6.1.4 Tvorba sporofytů

V aktuálně provedené kultivaci tvořili sporofyt všichni kříženci a většina apomiktů (75%). Apomikti, kteří formovali archegonia (*Dryopteris purpurella* a *Dryopteris tsushimense*) tvořili sporofyty dříve než archegonia. Je tedy zřejmé, že archegonia apomiktů se na tvorbě sporofytu nepodílela. Protože žádný ze sexuálních vzorků sporofyty netvořil, tvorba sporofytů mezi apomikty a sexuálními nemůže být porovnána přímo. Také ve studii Regalado Gabancho et al. (2010) sexuální druh *Asplenium auritum* v kultivaci nevytvořil žádný sporofyt. K tvorbě sexuálních sporofytů pravděpodobně nedocházelo z důvodu příliš malé vrstvy vody na povrchu agaru, což znemožnilo pohyb spermatozoidů. Vznik apomiktického sporofytu apogamicky z tkáně gametofytu naproti tomu není závislý na přítomnosti vody v prostředí. Z tohoto důvodu bývá někdy apomixie považována za adaptaci na suché prostředí (Whittier 1965, Haufler et al. 2016, Grusz et al. 2021). Do kultivačního experimentu v rámci této magisterské práce byly zahrnuty převážně apomikti nexerofilních stanovišť. Na rozdíl od mnohých studií (viz dále), v experimentu nebyla zaznamenána dřívější formace apomiktických sporofytů než archegonií u sexuálů (sporofytický potenciál). Sporofyt apomiktů byl zaznamenán dříve než archegonia sexuálů v rodu *Asplenium* (Regalado Gabancho et al. 2010), *Pellaea* (Whittier 1968) a *Pteris* (Huang et al. 2006).

6.1.5 Kříženci apomiktických a sexuálních taxonů

Tvorba gametangií, respektive funkčních spermatozoidů umožňuje apomiktům křížení se sexuálními taxony. Kříženci apomiktických a sexuálních taxonů se rozmnožují apomikticky. Do kultivačního experimentu byly zahrnuty 3 taxony

kříženců z rodu *Dryopteris*, pentaploid *D. ×alpirsbachensis* kříženec triploidního apomikta *D. remota* s tetraploidním sexuálem *D. carthusiana* (Freigang et al. 2017), který nevyklíčil. Dále tetraploidní kříženec *D. ×complexa*, jehož rodičovskými druhy jsou diploidní apomikt *D. affinis* a sexuální tetraploid *D. filix-mas* a pentaploid *D. ×critica* potomek triploidního apomikta *D. borrieri* a *D. filix-mas* (Schneller 1975, Fraser-Jenkins 2007, Ekrt et al. 2009). Reprodukční mechanismy kříženců jsou podobnější apomiktům než sexuálům. Pokud je odfiltrován vliv přesunu výtrusů poštou, liší se kříženci především nižší mírou klíčivosti viabilních výtrusů a nižší tvorbou laterálních meristémů. Vzorky se sníženou klíčivostí měly obecně horší i následný vývoj gametofytů, proto tvořily méně laterálních meristémů. Příčinou mohou být abnormality v průběhu meiózy a jiné vlivy genotypu, což je pro evolučně mladé taxony typické (Ramsey and Schemske 2002), jak bylo pozorováno například u mladého sexuálního druhu *Dryopteris corleyi* (Quintanilla and Escudero 2006). V případě, že vliv přesunu výtrusu poštou není odfiltrován apomikti v průměru vykazují nižší klíčivost i menší počet laterálních meristémů než kříženci.

6.2 Analýza ploidní úrovně vypěstovaných gametofytů a sporofytů

Počet výtrusů ve sporangiu je jednou z metod určení způsobu reprodukce kapradin. Zatímco sexuální produkují 64 redukovaných výtrusů, apomikty tvoří 32 neredukovaných výtrusů s dvojnásobným počtem chromozomů tzv. diplospory (Manton 1950, Grusz 2016). Dalším znakem apomixie je, že sporofyt vzniká přímo z tkáně gametofytu, obě fáze životního cyklu mají totožnou ploidii (Grusz 2016). U některých taxonů byla zaznamenána produkce výtrusů o různých velikostech. Dvě velikosti výtrusů byly pozorovány u pentaploidního křížence sexuálního a apomiktického taxonu z *Pteris vittata* komplexu (Khare and Kaur 1985), dále u druhu *Asplenium hallbergii* (Dyer et al. 2012), tetraploidního křížence *Dryopteris ×complexa* (Férová 2018) a pentaploidního křížence *Dryopteris ×critica* (Ekrt and Koutecký 2016). Předpokládá se, že výtrusy jedné rostliny mohou vznikat různým typem sporogeneze (apomiktickou i sexuální cestou), tedy být různě velké a tvořit potomstvo o různé ploidii.

V této diplomové práci byly narostlé gametofyty případně sporofyty vybraných apomiktických taxonů a kříženců analyzovány průtokovým cytometrem, cílem bylo zjistit, zda jsou schopni produkovat výtrusy o více velikostech, a tedy různých ploidních úrovních. Celkově bylo měřeno 702 vzorků z 16 taxonů, u naprosté většiny 99% vzorků byla zaznamenána pouze jediná ploidní úroveň. Tyto gametofyty zřejmě pocházely z neredukovaných výtrusů utvořených apomiktickou sporogenezí (Manton 1950, Lovis, 1977, Walker 1979, Gastony and Windham 1989, Grusz 2016). Avšak u 5 vzorků 1% (4 taxonů) byly zaznamenány 2 velikosti genomu. U apomiktů *Cyrtomium atropunctatum* a *Dryopteris bissetiana* byla zaznamenána kromě triploidní i poloviční velikost genomu (53%, 51%), což by z pohledu ploidie vycházelo jako 1,5x. U křížence apomikta a sexuála *Dryopteris ×complexa* byla kromě obvyklé tetraploidní zaznamenána i poloviční (61% a 51%) diploidní ploidní úroveň. Dvě velikosti genomu byly naměřeny také u tetraploidního apomikta *Dryopteris tsushimense*. Avšak menší ploidní úroveň *Dryopteris tsushimense* je větší než poloviční, neodpovídá tedy přesně diploidní úrovni, což může být způsobeno nedostatečným počtem analyzovaných jader, a tedy horším stavem analýzy. *Dryopteris tsushimense* je obecně považována za tetraploida, u kultivované rostliny, ale bohužel nebyly spočítány chromozomy a je možné, že se jedná o triploidní rostlinu. Pokud by se jednalo o triploida, menší velikost genomu (64%) by odpovídala diploidní úrovni.

V této části diplomová práce přímo navazuje na studii Ekrt and Koutecký (2016), kde byly u pentaploidního křížence *Dryopteris ×critica* potvrzeny polyhaploidy 2,5x. V této navazující studii se podařilo objevit polyhaploidy jak na 1,5x, tak na 2x ploidní úrovni. Tento objev potvrzuje mechanismus zpětné diploidizace apomiktických polyploidů u kapradin, což bylo doposud dokázáno pouze u *Dryopteris pacifica* (Lin et al. 1992). Triploidní apomikt *Dryopteris pacifica* může díky nepravidelné meióze produkovat kromě triploidních i diploidní rostliny. Diploidní byly 2 gametofyty ze 150 (1,3%), data z této studie jsou poměrně robustní, jelikož ploidie u rostlin *D. pacifica* byla zjišťována počítáním chromozomů (Lin et al. 1992). Na základě této skutečnosti byla navržena teorie cyklického křížení (hybridization cycle hypothesis) (Lin et al. 1995). Diploidní rostliny vzniklé nepravidelnou meiózou z triploidů se mohou křížit se sexuálními

diploidy, kdy za obohacení svého genomu vznikají opět triploidi (Lin et al. 1995). Z molekulárního hlediska se křížení apomiktických a sexuálních taxonů věnuje ve svých studiích Hori, považující tuto teorii za nejefektivnější vysvětlení morfologické i genetické variability triploidních apomiktických kapradin (Hori et al. 2014, Hori et al. 2018a, Hori et al. 2018b, Hori and Murakami 2019).

7 Závěr

1. Se stářím výtrusů se snižuje jejich klíčivost. Vliv přesunu výtrusů poštou na jejich následný vývoj je nejasný. Míra klíčivosti výtrusů je ovlivněna způsobem reprodukce. Zatímco průměrná klíčivost viabilních výtrusů sexuálů byla 4. týden 74%, apomiktů pouze 52%. Apomikti, sexuálové i kříženci klíčili 1 týden po vysetí.
2. Přítomnost laterálních meristémů u rodu *Dryopteris* omezuje tvorbu antheridií.
3. Výsledky potvrzují, že apomikti i kříženci tvoří antheridia.
4. Archegonia tvořila většina (87%) sexuálů, dřívější tvorba určitého typu gametangií u nich nebyla pozorována. Archegonia byla zaznamenána pouze u 2 (8%) apomiktů *Dryopteris purpurella* a *Dryopteris tsushimense*, pravděpodobně však nejsou schopna reprodukce, jelikož před vývojem archegonií, došlo k apomiktickému růstu sporofytů.
5. Sporofyty formovali všichni kříženci a 75% apomiktických vzorků. Žádný ze sexuálů neutvořil sporofyt.
6. Sporofytický potenciál neboli schopnost apomiktů tvořit sporofyt a sexuálů archegonia se mezi sexuálními a apomiktickými druhy neliší.
7. Je-li odfiltrován vliv přesunu výtrusů poštou odlišují se kříženci se od apomiktických a sexuálních taxonů především nižší mírou klíčivosti a menším počtem meristemických gametofytů.
8. Sexuální exprese byla dosud studována u 64 apomiktických taxonů, včetně kříženců. Bez kříženců se jedná o 25% diverzity apomiktů. Antheridia byla zaznamenána u 61 (95%) taxonů, archegonia u 21 (35%) studovaných taxonů.
9. U 4 taxonů ze 16 (1% vzorků) byly zaznamenány polyhaploidní gametofyty. U apomiktů *Cyrtomium atropunctatum* a *Dryopteris*

bissetinana menší velikost genomu odpovídá 1,5x ploidní úrovni. U křížence *Dryopteris* ×*complexa* a apomikta *Dryopteris tsushimense* jsou polyhaploidi diploidní. Poměr velikosti genomu *Dryopteris tsushimense* neodpovídá přesně diploidovi. Je možné, že kultivovaná rostlina je triploidní a ne tetraploidní, jak se původně předpokládalo (Hori in litt.), menší velikost genomu by poté odpovídala diploidovi.

8 Seznam použitých zdrojů

8.1 Literatura

- Aragon CF, Pangua E. 2004. Spore viability under different storage conditions in four rupicolous *Asplenium* L. taxa. *American Fern Journal* 94 (1): 28–38.
- Bais HP, Park SW, Weir TL, Callaway RM, Vivanco JM. 2004. How plants communicate using the underground information superhighway. *Trends in Plant Science* 9: 26–32.
- Banks JA, Hickok L, Webb MA. 1993. The programming of sexual phenotype in the homosporous fern *Ceratopteris richardii*. *International Journal of Plant Sciences* 154: 522–534.
- Banks JA. 1997. Sex determination in the fern *Ceratopteris*. *Trends in Plant Science* 2: 175–180.
- Banks JA. 1999. Gametophyte development in ferns. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 50: 163–186.
- Bär A, Eschelmüller A. 2010. Farnstudien: Einige pentaploide bastarde von *Dryopteris filix-mas* mit triploiden Vertretern der *Dryopteris*-Gruppe. *Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft* 80: 119–140.
- Bates D, Mächler M, Bolker B, Walker S. 2015. Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software* 67.
- Becks L, Alavi Y. 2015. Using microevolution to explain the macroevolutionary observations for the evolution of sex. In: *Macroevolution* (Eds. Serrelli E, Gontier N). Switzerland: Springer: 279.
- Beri A, Bir SS. 1993. Germination of stored spores of *Pteris vittata* L. *American Fern Journal* 83: 73.

- Bicknell RA, Koltunow AM. 2004. Understanding apomixis: Recent advances and remaining conundrums. Bierhorst DW, 1975. *The Plant Cell* 16: 228–245.
- ter Braak C, Šmilauer P. 2012. *Canoco reference manual and user's guide: software of ordination (version 5.0)*. Microcomputer Power (Ithaca, NY, USA).
- Braithwaite AF. 1964. A new type of apogamy in ferns. *New Phytologist* 63: 293–305.
- Bünning E, Mohr H. 1955. Das Aktionsspektrum des Lichteinflusses auf die Keimung von Farnsporen. *Naturwissenschaften* 42: 212.
- Camloh M. 1999. Spore age and sterilization affects germination and early gametophyte development of *Platyserium bifurcatum*. *American Fern Journal* 89 (2): 124–132.
- Conway E. 1949. The autecology of bracken [*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn.]: The germination of the spore, and the development of the prothallus and the young sporophyte. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh* 63B: 325–43.
- Conway E. 1953. Spore and sporeling survival in bracken (*Pteridium aquilinum* L. Kuch.) *Journal of Ecology* 41: 289–294.
- Cordle AR, Bui LT, Irish EE, Cheng CL. 2010. Laboratory-Induced Apogamy and Apospory in *Ceratopteris richardii*. In *Working with Ferns: Issues and Applications* (Ed. Fernández H, Kumar A, Revilla MA). New York, NY, Dordrecht, Heidelberg, London: Springer: 25–36.
- Courbet H. 1955. Influence de la concentration ionique du milieu sur la germination des spores et la croissance des prothalles de Filicales en culture aseptique. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences Paris* 241: 441–3.

- Counsens MI. 1975. Gametophyte sex expression in some species of *Dryopteris*. American Fern Journal 65: 39–42.
- Crotty WJ. 1967. Rhizoid cell differentiation in the fern gametophyte of *Pteris vittata*. American Journal of Botany 54: 105–117.
- Czaja AT. 1921. Über Befruchtung, Bastardierung und Geschlechtertrennung bei Prothallien homosporer Farne. Z. Bot. 13: 545–89.
- DeBary A. 1878. Über apogame Farne und die Erscheinung der Apogamie im Allgemeinen. Botanische Zeitung 36: 449–487.
- DeSoto L, Quintanilla LG, Méndez M. 2008. Environmental sex determination in ferns: effects of nutrient availability and individual density in *Woodwardia radicans*. Journal of Ecology 96: 1319–1327.
- Doležel J, Greilhuber J, Suda J. 2007. Estimation of nuclear DNA content in plants using flow cytometry. Nature Protocols 2: 2233–2244.
- Döpp W. 1932. Die apogamie bei *Aspidium remotum* Al. Br. Planta 17: 87–152.
- Döpp W. 1950. Eine die Antheridienbildung bei Farnen fördernde Substanz in den Prothallien von *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft 63: 139–147.
- Döpp W. 1959. Über eine hemmende und eine fördernde Substanz bei der Antheridienbildung in den Prothallien von *Pteridium aquilinum*. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft 72: 11–24.
- Dubey JP, Roy SK. 1985. A new antheridiogen from the fern *Pityrogramma calomelanos* (L.) Link. Proceedings of the Indian National Science Academy 95 (3): 173–179.
- Duncan RE. 1943. Origin and development of embryos in certain apogamous forms of *Dryopteris*. Botanical Gazette 105: 202–21.

- Dyer AF. 1979. The culture of fern gametophytes for experimental investigation. In: The experimental biology of ferns (Ed. Dyer AF.). London: Academic Press: 254–291.
- Dyer RJ, Savolainen V, Schneider H. 2012. Apomixis and reticulate evolution in the *Asplenium monanthes* fern complex. *Annals of Botany* 110: 1515–1529.
- Ekrt L, Trávníček P, Jarolímová V, Vít P, Urfus T. 2009. Genome size and morphology of the *Dryopteris affinis* group in Central Europe. *Preslia* 81: 261–280.
- Ekrt L, Koutecký P. 2016. Between sexual and apomictic: Unexpectedly variable sporogenesis and production of viable polyhaploids in the pentaploid fern of the *Dryopteris affinis* agg. (*Dryopteridaceae*). *Annals of Botany* 117: 97–106.
- Eschelmüller A. 1998. Keimversuche mit Sporen der triploiden Sippen von *Dryopteris affinis* und ihren Bastarden mit *Dryopteris filix-mas*. *Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Arbeitskreises Kempten* 36: 47–78.
- Evans AM. 1964. Ameiotic alternation of generations: A new life cycle in the ferns. *Science* 143: 261–263.
- Farlow WG. 1874. An asexual growth from the prothallium of *Pteris cretica*. *Quarterly Journal of Microscopical Science* 14: 266–272.
- Férová A. 2018. Hodnocení výtrusů u kříženců sexuálních a apomiktických druhů rodu *Dryopteris*. [Evaluation of spores in hybrids of sexual and apomictic species of the genus *Dryopteris*., Bc. Thesis, in Czech] – 60 p., Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.
- Fraser-Jenkins CR. 2007. The species and subspecies in the *Dryopteris affinis* group. *Fern Gazette* 18: 1–26.

- Freigang J, Zenner G, Bujnoch W, Jessen S, Magauer M. 2017. *Dryopteris* × *alpirsbachensis*, hybr. nov. – erster Nachweis der Naturhybride zwischen *Dryopteris carthusiana* und *Dryopteris remota* (*Dryopteridaceae*, Pteridophyta). *Kochia* 10: 11–33.
- Furuya M, Kanno M, Okamoto H, Fukuda S, Wada M. 1997. Control of mitosis by phytochrome and a blue-light receptor in fern spores. *Plant Physiology* 113 (3): 677–683.
- Ganger MT, Hiles R, Hallowell H, Cooper L, McAllister N, Youngdahl D, Alfieri J, Ewing SJ. 2019. A soil bacterium alters sex determination and rhizoid development in gametophytes of the fern *Ceratopteris richardii*. *AoB PLANTS* 11 (2): plz012.
- Gastony GJ, Windham MD. 1989. Species concepts in Pteridophytes: the treatment and definition of agamosporous species. *American Fern Journal* 79: 65–77.
- Gemrich AR. 1986a. Antheridiogenesis in the fern *Pteris vittata*. I. Photocontrol of antheridium formation. *Plant Science* 43: 135–40.
- Gemrich AR. 1986b. Antheridiogenesis in the fern *Pteris vittata*. II. Hormonal control of antheridium formation. *Journal of Plant Physiology* 125: 157–66.
- Grusz AL, Windham MD, Pryer KM. 2009. Deciphering origins of apomictic polyploids in the *Cheilanthes yavapensis* complex (*Pteridaceae*). *American Journal of Botany* 96: 1636–1645.
- Grusz AL. 2016. A current perspective on apomixis in ferns. *Journal of Systematics and Evolution* 54 (6): 656–665.
- Grusz Al, Windham MD, Picard KT, Pryer KM, Schuettpeiz E, Haufler CH. 2021. A drought-driven model for the evolution of obligate apomixis in ferns: evidence from pellaoids (*Pteridaceae*). *American Journal of Botany* 108 (2): 1–20.

- Guo ZY, Liu HM. 2013. Gametophyte morphology and development of three species of *Cyrtogonellum* Ching (*Dryopteridaceae*). *American Fern Journal* 103: 153–165.
- Hart CE. 1925. Conditions for germination of spores of *Onoclea sensibilis*. *Botanical Gazette* 79: 427–440.
- Haufler CH, Gastony G. 1978. Antheridiogen and the breeding system in the fern genus *Bommeria*. *Canadian Journal of Botany* 56: 1594–1601.
- Haufler CH, Ranker TA. 1985. Differential antheridiogen response and evolutionary mechanisms in *Cystopteris*. *American Journal of Botany* 72: 659–665.
- Haufler CH, Welling CB. 1994. Antheridiogen, dark spore germination, and outcrossing mechanisms in *Bommeria* (*Adiantaceae*). *American Journal of Botany* 80: 616–621.
- Haufler CH, Pryer KM, Schuettpelz E, Sessa EB, Farrar DR, Moran R, Schneller JJ, Watkins JE, Jr., Windham MD. 2016. Sex and the single gametophyte: Revising the homosporous vascular plant life cycle in light of contemporary research. *BioScience* 66 (11): 928–937.
- Hernández MA, Andrada AR, Páez A de los A, Martínez OG. 2015. Ploidy level and obligate apogamy in two populations of *Argyrochosma nivea* var. *tenera* (*Pteridaceae*). *Hoehnea* 42 (2): 233–237.
- Hori K, Akitaka T, Fujimoto K, Kato J, Ebihara A, Watano Y, Murakami N. 2014. Reticulate evolution in the apogamous *Dryopteris varia* complex (*Dryopteridaceae*, subg. *Erythrovariae*, sect. *Variae*) and its related sexual species in Japan. *Journal of Plant Research* 127: 661–684.
- Hori K. 2017. Analyses of reticulate evolution in the apogamous species of the *Dryopteris varia* complex (*Dryopteridaceae*) using five nuclear genetic markers. PhD. Thesis. Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Metropolitan University. Tokyo, Japan.

- Hori K, Okuyama Y, Watano Y, Murakami N. 2018a. Recurrent hybridization without homoeologous chromosome pairing in the *Dryopteris varia* complex (*Dryopteridaceae*). *Chromosome Botany* 13: 9–24.
- Hori K, Ebihara A, Murakami N. 2018b. Revised Classification of the Species within the *Dryopteris varia* Complex (*Dryopteridaceae*) in Japan. *Acta Phytotaxonomica et Geobotanica* 69 (2): 77–108.
- Hori K, Zhou X, Yan YH, Inoue Y, Murakami N. 2018c. Evidence for Maternal Ability in Hybridization of Apogamous Fern Species: *Dryopteris tsushimense* K. Hori N. Murak. and *D. subtsushimense* K. Hori and N. Murak. (*Dryopteridaceae*), New Tetraploid Apogamous Pteridophytes of Hybrid Origin from Tsushima, Japan. *Acta Phytotaxonomica et Geobotanica* 69 (3): 143–160.
- Hori K, Murakami N. 2019. Origin of the *Diplazium hachijoense* complex (*Athyriaceae*). *PhytoKeys* 124: 57–76.
- Hornych O, Ekrt L. 2017. Spore abortion index (SAI) as a perspective tool of evaluation of spore fitness in ferns: An insight into sexual and apomictic species. *Plant Systematics and Evolution* 303: 497–507.
- Hornych O., Ekrt L., Riedel F., Koutecký P. & Košnar J. (2019): Asymmetric hybridization in the Central European populations of the *Dryopteris carthusiana* group. *American Journal of Botany* 106: 1477–1486.
- Hornych O. 2020. Reproduction and hybridization in ferns. Ph.D. Thesis Series 2020, No. 22. University of South Bohemia, Faculty of Science, School of Doctoral Studies in Biological Sciences, České Budějovice, Czech Republic, 162 pp.
- Hornych O, Testo WL, Sessa EB, Watkins JE Jr, Company CE, Pittermann J, Ekrt L. 2021. Insight into the evolutionary history and widespread occurrence of antheriogen system in ferns. *New Phytologist* 229: 607–619.

- Howard A, Haigh MV. 1970. Radiation responses of fern spores during their first cell-cycle. *International Journal of Radiation Biology* 18: 147–58.
- Huang YM, Chou HM, Chiou WL. 2004. Density affects gametophyte growth and sexual expression of *Osmunda cinnamomea* (Osmundaceae: Pteridophyta). *Annals of Botany* 94: 229–232.
- Huang YM, Chou HM, Hsieh TH, Wang JC, Chiou WL. 2006. Cryptic characteristics distinguish diploid and triploid varieties of *Pteris fauriei* (Pteridaceae). *Canadian Journal of Botany* 84: 261–268.
- Huang YM, Hsu SY, Huang MH, Chiou WL. 2009. Reproductive biology of three *Cheilantheid* ferns in Taiwan. *Journal of Plant Reproductive Biology* 1: 109–116.
- Huang YM, Hsu SY, Hsieh TH, Chou HM, Chiou WL. 2011. Three *Pteris* species (Pteridaceae: Pteridophyta) reproduce by apogamy. *Botanical Studies* 52: 79–87.
- Hurel-Py G. 1950. Recherches préliminaires sur la culture aseptique des prothalles de Filicinées. *Revue générale de botanique* 57: 637–735.
- Hurel-Py G. 1955a. Action de quelques sucres sur la croissance des prothalles de fougères. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences Paris* 240: 1119–1121.
- Chang HC, Agrawal DC, Kuo CL, Wen JL, Chen CC, Tsay HS. 2007.. In vitro culture of *Drynaria fortunei*, a fern species source of Chinese medicine “Gu-Sui-Bu”. *In Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant* 43 (2): 133–139.
- Charlton FB. 1938. Formative effects of radiation upon fern prothallia. *American Journal of Botany* 25: 431–442.

- Chiou WL, Huang YM, Hsieh TH, Hsu SY. 2006. *Diplazium megaphyllum* (Bak.) Christ, a rare fern in Taiwan, reproduces by apogamy. *Taiwan Journal of Forest Science* 21 (1): 39–47.
- Isikawa S, Oohusa T. 1956. Effects of light upon the germination of spores of ferns. II. Two light-periods of *Dryopteris crassirhizoma* Nakai. *Botanical Magazine (Tokyo)* 69: 132–137.
- Kanamori K. 1967. Origin and early development of apogamous embryos in the prothallia of *Dryopteris chinensis*. *Journal of Japanese Botany* 42: 111–118.
- Khare PB, Kaur S. 1983. Gametophyte differentiation of pentaploid *Pteris vittata* L. *Proceedings of the Indian National Academy of Science* 49: 740–742.
- Khare PB, Kaur S. 1985. Sporogenesis in *Pteris vittata* Linn. *Indian Fern Journal* 2: 62–64.
- Klekowski EJ. Reproductive biology of the Pteridophyta. 11. Theoretical considerations. 1969. *Botanical Journal of the Linnean Society* 62: 347–359.
- Korpelainen H. 1994. Growth, sex determination and reproduction of *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott gametophytes under varying nutritional conditions. *Botanical Journal of the Linnean Society* 114: 357–366.
- Kott LS, Britton DM. 1982. A comparative study of gametophyte development of the diploid and tetraploid races of *Polypodium virginianum*. *Canadian Journal of Botany* 60: 1679–1687.
- Kott LS, Peterson RL. 1973. A comparative study of gametophyte development of the diploid and tetraploid races of *Polypodium virginianum*. *Canadian Journal of Botany* 52: 91–96.

- Koutecký P, Štěpánek J, Baďurová T. 2012. Differentiation between diploid and tetraploid *Centaurea phrygia*: mating barriers, morphology and geographic distribution. *Preslia* 84: 1–32.
- Krahulcová A, Rotreklová O, Krahulec F, Rosenbaumová R, Plačková I. 2009. Enriching ploidy level diversity: the role of apomictic and sexual biotypes of *Hieracium* subgen. *Pilosella* (*Asteraceae*) that coexist in polyploid populations. *Folia Geobotanica* 44 (3): 281–306.
- Kuo LY, Tang TY, Li FW, Su HJ, Chiou WL, Huang YM, Wang CN. 2018. Organelle genome inheritance in *Deparia* ferns (*Athyriaceae*, *Aspleniineae*, *Polypodiales*). *Frontiers in Plant Science* 9: 486.
- Laird S, Sheffield E. 1986. Antheridia and archegonia of the apogamous fern *Pteris critica*. *Annals of Botany* 57: 139–143.
- Laurent S, Lefebvre MF. 1980. Etude de l'effet de différentes carences en éléments minéraux sur la teneur en taninides de gaméophytes de Filicinales. *Bulletin de la Société botanique de France. Lettres botaniques* 127: 119–27.
- Lebkuecher JG. (1997). Desiccation-time limits of photosynthetic recovery in *Equisetum hyemale* (*Equisetaceae*) spores. *American Journal of Botany* 84 (6): 792–797.
- Lin SJ, Kato M, Iwatsuki K. 1992. Diploid and triploid offspring of triploid agamosporous fern *Dryopteris pacifica*. *Journal of Plant Research* 105: 443–452.
- Lin SJ, Kato M, Iwatsuki K. 1995. Electrophoretic variation of the apogamous *Dryopteris varia* group (*Dryopteridaceae*). *Journal of Plant Research* 108: 451–456.
- Liu HM, Dyer RJ, Guo ZY, Meng Z, Li JH, Schneider H. 2012. The evolutionary dynamics of apomixis in ferns: a case study from polystichoid ferns. *Journal of Botany*: 1–11.

- Lloyd RM, Klekowski EJ, Jr. 1970. Spore germination and viability in Pteridophyta: Evolutionary significance of chlorophyllous spores. *Biotropica* 2: 129–37.
- Lovis JD. 1977. Evolutionary patterns and processes in ferns. *Advances in Botanical Research* 4: 229–415.
- Mahlberg PG, Yarus S. 1977. Effects of light, pH, temperature, and crowding on megaspore germination and sporophyte formation in *Marsilea*. *Journal of Experimental Botany* 28 (5): 1137–1146.
- Manton I. 1950. Problems of cytology and evolution in the Pteridophyta. Cambridge: Cambridge University Press.
- Manton I, Roy SK, Jarrett FM. 1966. The cytotaxonomy of some members of the *Cheilanthes farinosa* complex in Africa and India. *Kew Bulletin* 18 (3): 553–565.
- Martin KP, Sini S, Zhang ChL, Slater A, Madhusoodanan PV. 2006. Efficient induction of apospory and apogamy in vitro in silver fern (*Pityrogramma calomelanos* L.). *Plant Cell Reports* 25: 1300–1307.
- Martínez OG, Prada C, Tanco ME, Bonomo MC. 2013. Sexual phase of three species of *Pteris* (*Pteridaceae*). *Tropical Plant Biology* 6: 46–52.
- Martínez OG, Hernández MA, Ponce M. 2017. Reproductive expression of cheilanthoid ferns (*Pteridaceae*) from South America. *Flora* 236–237: 126–131.
- Miller JH. 1968. Fern gametophytes as experimental material. *Botanical Review* 34: 361–440.
- Miller JH, Miller PM. 1970. Unusual dark-growth and antheridial differentiation in some gametophytes of the fern *Onoclea sensibilis*. *American Journal of Botany* 57: 1245–8.

- Mohr H. 1956a. Die beeinflussung der keimung von farnsporen durch light und andere faktoren. *Planta* 46: 534–551.
- Momose S. 1967. Prothallia of the Japanese Ferns (*Filicales*). Tokyo: University of Tokyo Press. (in Japanese) [non vidi]
- Murashige T, Skoog F. 1962. A Revised Medium for Rapid Growth and Bio Assays with Tobacco Tissue Cultures. *Physiologia Plantarum* 15 (3): 473–497.
- Näf U. 1956. The demonstration of a factor concerned with the iniation of antheridia in polypodiaceous ferns. *Growth* 20: 91–105.
- Näf U. 1958. On the physiology of antheridium formation in the bracken fern (*Pteridium aquilinum*). *Physiologia Plantarum* 11: 728–746.
- Näf U, Sullivan J, Cummins M. 1974. Fern antheridiogen: Cancellation of a light-dependent block to antheridium formation. *Developmental Biology* 40: 355–65.
- Näf U, Nakanishi K, Endo M. 1975. On the physiology and chemistry of fern antheridiogens. *Botanical Reviews* 41: 315–359.
- Nagai I. 1914. Physiologische untersuchungen über farnprothallien. *Flora* 106: 281–330.
- Nayar BK, Bajpai N. 1964. Morphology of the gametophytes of *Pellaea* and *Notholaena*. *The Journal of the Linnean Society. Botany* 59: 63–76.
- Nondorf SL, Dooley MA, Palmieri M, Swatzell LJ. 2003. The effects of pH, temperature, light intensity, light quality, and moisture levels on spore germination in *Cheilanthes feei* of southeast Missouri. *American Fern Journal* 93 (2): 56–69.
- Okada Y. 1929. Notes on the germination of the spores of some pteridophytes with special regard to their viability. *Science Report of the Tohoku Imp. University, Series IV (Biology)* 4: 127–82.

- Pangua E, Quintanilla LG, Sancho A, Pajarón S. 2003. A comparative study of the gametophytic generation in the *Polystichum aculeatum* group (Pteridophyta). *International Journal of Plant Sciences* 164: 295–303.
- Palta HK, Mehra PN. 1973. Radiobiological investigations on *Pteris vittata* L. II. X-ray effects on the gametophytic generation. *Radiation Bot.* 13: 155–64.
- Park C, Kato M. 2003. Apomixis in the interspecific triploid hybrid fern *Cornopteris christenseniana* (Woodsiaceae). *Journal of Plant Research* 116: 93–103.
- Partanen CR, Steeves TA. 1956. The production of tumorous abnormalities in fern prothalli by ionising radiation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 42: 906–909.
- Pickett FL, Manuel ME. 1925. Development of the prothallium and apogamous embryo in *Pellaea glabella* Mettenius. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 52: 507–514.
- Pietrykowska J. 1962b. Investigations on the differentiation of developmental stages of the fern *Matteuccia struthiopteris* (L.) Tod. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae Warschau* 31: 449–459.
- Poelt J. 1960. *Dryopteris borrieri* in Bavaria. *American Fern Journal* 50 (1): 114–117.
- Pringle RB. 1961. Chemical nature of antheridogen-A, a specific inducer of the male sex organ in certain fern species. *Science* 133: 284.
- Puspitasari DS, Chikmawati T, Praptosuwiryo TN. 2015. Gametophyte morphology and development of six species of *Pteris* (Pteridaceae) from Java Island Indonesia. *The Journal of Tropical Life Science* 5 (2): 98–104.
- Qiu YL, Taylor AB, McManus MA. 2012. Evolution of the life cycle in land plants. *Journal of Systematics and Evolution* 50: 171–194.

- Quintanilla LG, Escudero A. 2006. Spore fitness components do not differ between diploid and allotetraploid species of *Dryopteris* (*Dryopteridaceae*). *Annals of Botany* 98: 609–618.
- Raghavan V. 1965b. Action of purine and pyrimidine analogs on the growth and differentiation of the gametophytes of the fern *Asplenium nidus*. *American Journal of Botany* 52: 900–910.
- Raghavan V. 1989. *Developmental biology of fern gametophytes*. New York: Cambridge University Press.
- Ramsey J, Schemske DW. 2002. Neopolyploidy in flowering plants. *Annual Review of Ecology and Systematics* 33: 589–639.
- Ranker TA, Haufler CH. 2008. *Biology and evolution of ferns and lycophytes*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Regalado Gabancho L, Prada C, Gabriel y Galán JM. 2010. Sexuality and apogamy in the Cuban *Asplenium auritum-monodon* complex (*Aspleniaceae*). *Plant Systematics and Evolution* 289: 137–146.
- Reichstein T. 1981. Hybrids in European *Aspleniaceae* (Pteridophyta). *Botanica Helvetica* 91: 89–139.
- Reyes-Jaramillo I, Camargo-Ricalde SL, Aquihuatl-Ramos Ma de los Á. 2008. Mycorrhizal-like interaction between gametophytes and young sporophytes of the fern *Dryopteris muenchii* (Filicales) and its fungal endophyte. *Revista de Biología Tropical* 56 (3): 1101–1107.
- Sareen B, Bhattacharya A, Sharma M, Sood A, Ahuja PS. 2014. A simple technique for tracking individual spore and gametophyte development in *Adiantum lunulatum* Burm. f. using modified extra thin alginate film technique. *Indian Journal of Experimental Biology* 52: 820–824.
- Scott RJ, Hickok LG. 1987. Genetic analysis of antheridiogen sensitivity in *Ceratopteris richardii*. *American Journal of Botany* 74: 1872–1877.

- Schedlbauer MD. 1976b. Fern gametophyte development: Controls of dimorphism in *Ceratopteris thalictroides*. *American Journal of Botany* 63: 1080–1087.
- Schedlbauer MD, Klekowski EJ, Jr. 1972. Antheridogen activity in the fern *Ceratopteris thalictroides* (L.) Brongn. *Botanical Journal of the Linnean Society* 65: 399–413.
- Schneller J. 1975. Untersuchungen an einheimischen Farnen, insbesondere der *Dryopteris filix-mas*-Gruppe. 2. Teil, Cytologische Untersuchungen. *Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft* 85: 1–17.
- Schneller J. 1981. Bemerkungen zur Biologie der Wurmfarngruppe. *Farnblätter* 7: 9–17.
- Schneller J. 1988. Spore bank, dark germination and gender determination in *Athyrium* and *Dryopteris*: results and implications for population biology of Pteridophyta. *Botanica Helvetica* 98: 77–86.
- Schwabe WW. 1951. Physiological studies in plant nutrition. XVI. The mineral nutrition of bracken. Part I. Prothallial culture and the effects of phosphorus and potassium supply on leaf production in the sporophyte. *Annals of Botany* 15: 417–446.
- Smith DL, Rogan PG. 1970. The effect of population density on gametophyte morphogenesis in *Polypodium vulgare* L. *New Phytologist* 69: 1039–1051.
- Smith DL, Robinson PM. 1971. Growth factors produced by germinating spores of *Polypodium vulgare* L. *New Phytologist* 70: 1043–1052.
- Smith DL, Robinson PM. 1975. The Effects of Spore Age on Germination and Gametophyte Development in *Polypodium vulgare* L. *New Phytologist* 74: 101–108.

- Spiess LD, Krouk MG. 1977. Photocontrol of germination of spores of the fern *Polypodium aureum*. Botanical Gazette 138: 428–433.
- Steil WN. 1918. Studies of some new cases of apogamy in ferns. Bulletin of the Torrey Botanical Club 45 (3): 93–108.
- Steil WN. 1919. A study of apogamy in *Nephrodium hirtipes* Hk. Annals of Botany 33: 109–132.
- Stone I. 1961. The gametophytes of the victorian Blechnaceae. 1. *Blechnum nudum* (Lakill) Luerss. Australian Journal of Botany 9: 20–36.
- Sugai M, Furuya M. 1967. Photomorphogenesis in *Pteris vittata*. 1. Phytochrome-mediated spore germination and blue light interaction. Tokyo: Plant and Cell Physiology 8: 737–748.
- Sugai M. 1968. The change of respiratory quotient during the early development in fern gametophytes. Embryologia 10: 164–172.
- Sugai M. 1971. Photomorphogenesis in *Pteris vittata*. IV. Action spektra for inhibition of phytochrome dependent spore germination. Tokyo: Plant and Cell Physiology 12: 103–109.
- Suo J, Chen S, Zhao Q, Shi L, Dai S. 2015. Fern spore germination in response to environmental factors. Frontiers in Biology 10.
- Takeno K, Furuya M, Yamane H, Takahashi N. 1979. Evidence for naturally occurring inhibitors of archegonial differentiation in *Lygodium japonicum*. Physiologia Plantarum 45: 305–310.
- Towill LR, Ikuma H. 1975b. Photocontrol of the germination of *Onoclea* spores. III. Analysis of germination processes by means of cycloheximide. Lancaster: Plant Physiology 55: 803–808.
- Verma SC. 1977. Fresh look at the cytology, genetics and evolutionary potential of agamospory in homosporous ferns. Bionature 37 (2): 86–106.

- Voeller BR. 1964. Antheridiogens in Ferns. In: *Regulateurs Naturels de la Croissance Vegetale* (Ed. Nitsch JP.). Centre National de la Recherche Scientifique: 665–684.
- Walker TG. 1958. Hybridization in some species of *Pteris* L. *Evolution* 12 (1): 82–92.
- Walker TG. 1962. Cytology and evolution in the fern genus *Pteris* L. *Evolution* 16: 27–43.
- Walker TG. 1979. The cytogenetics of ferns. In: *The experimental biology of ferns* (Ed. Dyer AF.). London: Academic Press: 87–132.
- Whittier DP. 1962. The origin and development of apogamous structures in the gametophyte of *Pteridium* in sterile culture. *Phytomorphology* 12: 10–20.
- Whittier DP. 1964. The effect of sucrose on apogamy in *Cyrtomium falcatum*. *Presl. American Fern Journal* 54: 20–25.
- Whittier DP. 1965. Obligate apogamy in *Cheilanthes tomentosa* and *C. alabamensis*. *Botanical Gazzete* 126: 275–281.
- Whittier DP. 1968. Rate of Gametophyte Maturation in Sexual and Apogamous Forms of *Pellaea glabella*. *American Fern Journal* 58 (1):12–19.
- Whittier DP. 1970. The initiation of sporophytes by obligate apogamy in *Cheilanthes castanea*. *American Journal of Botany* 57 (10): 1249–1254
- Whittier DP. 2003. Rapid gametophyte maturation in *Ophioglossum crotalophoroides*. *American Fern Journal* 93: 137–145.
- Whittier DP, Steeves A. 1960. The induction of apogamy in the bracken fern. *Canadian Journal of Botany* 38: 925–930.
- Whittier DP. 1968. Rate of gametophyte maturation in sexual and apogamous forms of *Pellaea glabella*. *American Fern Journal* 58 (1): 12–19.

- Whittier DP, Steeves A. 1962. Further studies on induced apogamy in ferns. *Canadian Journal of Botany* 40 (11): 1525–1531.
- Whittier DP. 1970. The initiation of sporophytes by obligate apogamy in *Cheilanthes castanea*. *American Journal of Botany* 57 (10): 1249–1254.
- Whittier DP, Braggins JE. 1994. Spore germination in the *Psilotaceae*. *Canadian Journal of Botany* 72: 688–692.
- Whittier DP, Braggins JE. 2011. The gametophyte of *Ophioglossum pendulum* in culture. *American Fern Journal* 101 (1): 6–11.
- Willson MF. 1981. Sex expression in fern gametophytes: Some evolutionary possibilities. *Journal of Theoretical Biology* 93: 403–409.
- Windham MD, Wolf PG, Ranker TA. 1986. Factors affecting prolonged spore viability in herbarium collections of three species of *Pellaea*. *American Fern Journal* 76: 141–148.
- Windham MD, Yatskievych G. 2003. Chromosome studies of cheilanthoid ferns (*Pteridaceae: Cheilanthes*) from the western United States and Mexico. *American Journal of Botany* 90: 1788–1800.
- Wu H, Chen PT, Yuan LP, Chen LQ. 2009. An efficient method for surface sterilization and sowing fern spores *in vitro*. *American Fern Journal* 99 (3): 226–230.
- Yatskievych G. 1993. Antheridiogen response in *Phanerophlebia* and related fern genera. *American Fern Journal* 83 (1): 30–36.
- Zhang KM, Shi L, Zhang XC, Jiang CD. 2008. Gametophyte morphology and development of six Chinese species of *Pteris* (*Pteridaceae*). *American Fern Journal* 98 (1): 33–41.
- Zirkle RE. 1932. Some effects of alpha radiation upon plant cells. *Journal of Cellular and Comparative Physiology* 2: 251–274.

8.3 Software

Canoco 5 (ter Braak and Šmilauer, 2012).

Promicra s r. o. 2018. QuickPHOTO CAMERA. version 3.2. Internet access:
www.promicra.com.

R: A Language and Environment for Statistical Computing 3.6.2 (R Core Team 2020).

Turku Centre for Biotechnology, University of Turku (Terho, Perttu). Flowing software. version 2.5.1. Internet access: <http://flowingsoftware.btk.fi/>.

9 Přílohy

Příloha 1: Souhrnný přehled lokalit všech rostlin použitých v diplomové práci.

| Taxon | Lokalita | Stát | Souřadnice | Datum sběru | Sběratel | Číslo položky | Označení vzorku | Poznámka | Analýza ploidní úrovně |
|----------------------------------|--|-----------------|-----------------------------------|-------------|------------------------------------|---------------|-----------------|----------|------------------------|
| <i>Adiantum hispidulum</i> | American Fern Society, Spore Exchange | USA | 47°58'12.23"N, 122°13'1.52"W | 2015-05 | K. Tarner | BA 32 | Adi his 2015 | | |
| <i>Anemia tomentosa</i> | American Fern Society, Spore Exchange | USA | 47°58'12.23"N, 122°13'1.52"W | 2010 | Cal. State Univ. | BA 131 | Ane tom 2010 | | |
| <i>Asplenium adiantum nigrum</i> | Deba, podél lesní cesty ca 2,1 km SV od kostela ve městě Deba | Španělsko | 43°17'45"N, 002°19'38"W | 2019-06-23 | L. Ekrt | LE 7275 | Asp adi 2019 | | |
| <i>Asplenium aethiopicum</i> | Madeira, Riberia Janela, stráž nad aquaduktem Leveda da Central da Riberia da Janela, ca 3 km JZ od kostela ve vesnici | Portugalsko | 32°49'42.694"N, 17°10'44.925"W | 2004-02-15 | L. Ekrt | LE 186 | Asp aet 2004 | | |
| <i>Asplenium flabellifolium</i> | American Fern Society, Spore Exchange | USA | 47°58'12.23"N, 122°13'1.52"W | 2018-09 | B. Aikins | LE 208 | Asp fla 2019 | | |
| <i>Asplenium monanthes</i> | Madeira, Riberio Frio, Levande do Furado, ca 3,5 km V od vesnice, vlhké místo poblíž aquaduktu | Portugalsko | 32°44'6.25"N, 16°53'9.97"W | 2004-02-09 | L. Ekrt | LE 138 | Asp mon 2004 | | |
| <i>Asplenium septentrionale</i> | Kutná Hora, exponovaná skála v údolí řeky Vrchlice poblíž parkovacího místa u silničního mostu | Česká republika | 49°56'10.099"N, 15°15'42.081"E | 2020-08-01 | O. Hornych | CBFS 9176 | Asp sep 2020 | | |
| <i>Ceratopteris richardii</i> | Severní Karolína, Carolina Biological Supply Company | USA | 36°06'017.59"N, 79°29'22.93"W | 2019 | Carolina Biological Supply Company | | Cer 2019 | | |
| <i>Cyrtomium atropunctatum</i> | Makino Botanical Garden | Japonsko | 33°32'53.21"N, 133°34'45.1"E | 2019 | K. Hori | KH 2962 | Cyr atr 2019 | | 2021 |
| <i>Cyrtomium falcatum</i> | American Fern Society, Spore Exchange | USA | 47°58'12.23"N, 122°13'1.52"W | 2017-11 | B. Aikins | BA 730 | Cyr fal 2017 | | |

| Taxon | Lokalita | Stát | Souřadnice | Datum sběru | Sběratel | Číslo položky | Označení vzorku | Poznámka | Analýza ploidní úrovně |
|------------------------------------|---|-----------------|----------------------------------|-------------|---------------|---------------|-----------------|---|------------------------|
| <i>Cyrtomium fortunei</i> | American Fern Society, Spore Exchange | USA | 47°58'12.23"N, 122°13'1.52"W | 2017-06 | B. Aikins | BA 737 | Cyr for 2017 | | |
| <i>Cyrtomium macrophyllum</i> | American Fern Society, Spore Exchange | USA | 47°58'12.23"N, 122°13'1.52"W | 2017-06 | B. Aikins | BA 744 | Cyr mac 2017 | | |
| <i>Diplazium taiwanense</i> | Makino Botanical Garden | Japonsko | 33°32'53.21"N, 133°34'45.1"E | 2019 | K. Hori | KH 3126 | Dip tai 3126 | | 2020 |
| <i>Doodia caudata</i> | Madeira, Santo de Serra, vlhký svah nad Leveda Nova, ca 2 km JV od kostela v obci | Portugalsko | 32°42'55.98"N, 16°47'15.97"W | 2004-02-09 | L. Ekrť | LE 157 | Doo cau 2004 | ex hort. L. Ekrť (Telč), odběr 2018 | 2019 |
| <i>Dryopteris ×alpirsbachensis</i> | Mezi Ponte Tresa a Luino, 270 m n. m. | Itálie | 45°59'20"N, 8°47'05"E | 2014-06-19 | S. Jessen | SJ 3941 | Dry alp 2018 | ex hort. S. Jessen (Německo, Chemnitz), odběr 2018 | 2019 |
| <i>Dryopteris ×complexa</i> | North Rhine-Westphalia, Ennepetal, bukový les nad vodní nádrží Hasper Talsperre, nad malým potokem, ca 530 m S od střední části hráze nádrže, 345 m n. m. | Německo | 51°18'12.181"N, 7°24'51.739"E | 2017 | H. W. Bennert | CBFS 9170 | Dry com 1 | | 2018 |
| <i>Dryopteris ×complexa</i> | North Rhine-Westphalia, Ennepetal, bukový les nad vodní nádrží Hasper Talsperre, nad malým potokem ca 530 m S od střední části hráze nádrže, 345 m n. m. | Německo | 51°18'12.181"N, 7°24'51.739"E | 2017 | H. W. Bennert | CBFS 9171 | Dry com 6 | | 2019 |
| <i>Dryopteris ×critica</i> | Šumava, rezervace Stožec ca 750 m V od vrcholu kopce Stožec | Česká republika | 48°52'56"N, 13°49'53"E | 2004-09-13 | L. Ekrť | LE 880 | Dry cri F1 | ex hort. L. Ekrť (Telč) no. 26, odběr 2017 | |
| <i>Dryopteris ×critica</i> | Schwarzwald Mts, Breitnau, lesní svah ca 2,6 km ZJZ od kostela ve městě Breitnau | Německo | 47°55'56"N, 008°02'42"E | 2017-06-27 | L. Ekrť | LE 6873 | Dry cri 3 | ex hort. L. Ekrť (Telč), odběr 2017 | |
| <i>Dryopteris ×critica</i> | Šumava, rezervace Stožec ca 750 m V od vrcholu kopce Stožec | Česká republika | 48°52'56"N, 13°49'53"E | 2004-09-13 | L. Ekrť | LE 880 | Dry cri 2012 | ex hort. L. Ekrť (Telč), odběr 2012; původem z uvedené lokality, avšak vypěstované in vitro v kultivaci | |

| Taxon | Lokalita | Stát | Souřadnice | Datum sběru | Sběratel | Číslo položky | Označení vzorku | Poznámka | Analýza ploidní úrovně |
|---------------------------------------|---|-----------------|----------------------------------|-------------|---------------|---------------|----------------------------|--|------------------------|
| <i>Dryopteris</i> × <i>critica</i> | Šumava, rezervace Stožec ca 750 m V od vrcholu kopce Stožec | Česká republika | 48°52'56"N 13°49'53"E | 2004-09-13 | L. Ekt | LE 880 | Dry cri 2019 | ex hort. L. Ekt (Telč), odběr 2019; původem z uvedené lokality, avšak vypěstované in vitro v kultivaci | |
| <i>Dryopteris affinis</i> | North Rhine-Westphalia, Ennepetal, bukový les nad vodní nádrží Hasper Talsperre, nad malým potokem, ca 530 m S od střední části hráze nádrže, 345 m n. m. | Německo | 51°18'12.781"N, 7°24'51.739"E | 2017 | H. W. Bennert | CBFS 9173 | Dry aff 1 | | 2018 (PI) |
| <i>Dryopteris affinis</i> | North Rhine-Westphalia, Ennepetal, bukový les nad vodní nádrží Hasper Talsperre, nad malým potokem, ca 530 m S od střední části hráze nádrže, 345 m n. m. | Německo | 51°18'12.781"N, 7°24'51.739"E | 2017 | H. W. Bennert | CBFS 9174 | Dry aff 4 | | 2019 (DAPI) |
| <i>Dryopteris bissetiana</i> | American Fern Society, Spore Exchange | USA | 47°58'12.23"N, 122°13'1.52"W | 2017-11 | B. Aikins | BA 947 | Dry bis 947 | | |
| <i>Dryopteris bissetiana</i> | Makino Botanical Garden | Japonsko | 33°32'53.21"N, 133°34'45.1"E | 2019 | K. Hori | KH 1495 | Dry biss 1459 | | 2021 |
| <i>Dryopteris borrieri</i> | Šumava, rezervace Stožec ca 750 m V od vrcholu kopce Stožec | Česká republika | 48°52'56"N, 13°49'53"E | 2004-09-13 | L. Ekt | LE 879 | Dry bor 2018, Dry bor 2019 | ex. hort L. Ekt (Telč), odběr 2018, 2019 | 2018 (PI), 2019 (DAPI) |
| <i>Dryopteris borrieri</i> | Höllengebirge, Bad Ischl – jižní podhůří Höllengebirge, vápencový svah Weissenbach, ca 5,8 km SV od městského centra | Rakousko | 47°45'21,5"N, 013°39'27,5"E | 2011-09-28 | L. Ekt | LE 4898 | Dry bor 2011 | | |
| <i>Dryopteris cambrensis</i> | Vysočina, Jindřichův Hradec, Kaproun, údolí Pstružného potoka, ca 0,65 km ZSZ od železniční stanice Kaproun | Česká republika | 49°04'58"N, 015°09'37"E | 2004-09-13 | L. Ekt | LE 4309 | Dry cam 2018 | ex hort. L. Ekt (Telč), odběr 2018 | |
| <i>Dryopteris cambrensis</i> | Krnov, Brantice, ca 1,5 km JV od kostela v obci Brantice | Česká republika | 50°3'0.000"N, 17°38'0.000"E | 2006-09-19 | L. Ekt | LE 2925 | Dry cam 2019 | ex hort. L. Ekt (Telč) no. 18, odběr 2019 | |

| Taxon | Lokalita | Stát | Souřadnice | Datum sběru | Sběratel | Číslo položky | Označení vzorku | Poznámka | Analýza ploidní úrovně |
|---------------------------------|---|-----------------|-----------------------------------|-------------|---------------|---------------|--|---|------------------------|
| <i>Dryopteris carthusiana</i> | Řásná, pod hrází Velkého Pařezitého rybníka, ca 880 m JZ od vrcholu Vondrova skalka | Česká republika | 49°13'45.027"N, 15°22'40.253"E | 2019 | L. Ekrat | LE 9175 | Dry car 44 | ex hort. L. Ekrat (Telč), odběr 2020 | |
| <i>Dryopteris caucasica</i> | Kapan, Verin Vachagan, les v severní části Megrinskij chřebet, ca 4 km JZ od centra obce Verin Vachagan, 1500 m n. m. | Arménie | 39°10'45.000"N, 46°21'15.000"E | 2007-06-19 | L. Ekrat | LE 3409 | Dry cau 28 | ex hort. L. Ekrat (Telč) no. 28, odběr 2018 | 2020 |
| <i>Dryopteris crassirhizoma</i> | American Fern Society, Spore Exchange | USA | 47°58'12.23"N, 122°13'1.52"W | 2003 | B. van Wierst | BA 986 | Dry cra 986 | | |
| <i>Dryopteris dilatata</i> | Tilburg, lesní park v západním okraji města, ca 1,2 km JZ od železniční stanice Tilburg Universiteit | Holandsko | 51°33'52"N, 005°02'19"E | 2019-03-11 | K. Vejvodová | LE 7292 | Dry dil 2019 | | |
| <i>Dryopteris expansa</i> | Špičák, ca 3,7 km SZ od centra obce Špičák, ca 0,9 km JJZ od hráze Černého jezera | Česká republika | 49°10'27.000"N, 13°10'50.000"E | 2005-07-14 | L. Ekrat | LE 2384 | Dry exp 20 | ex hort. L. Ekrat (Telč) no. 20, odběr 2020 | |
| <i>Dryopteris filix-mas</i> | Šumava, rezervace Stožec ca 750 m V od vrcholu kopce Stožec | Česká republika | 48°52'56"N, 13°49'53"E | 2005 | L. Ekrat | LE 3859 | Dry fil 2017 (1), Dry fil 2017 (2), Dry fil 2019 | ex hort. L. Ekrat (Telč), odběr 2017, 2019 | |
| <i>Dryopteris formosana</i> | American Fern Society, Spore Exchange | USA | 47°58'12.23"N, 122°13'1.52"W | 2018-11 | B. Aikins | BA 433 | Dry for 433 | | |
| <i>Dryopteris kinukuniensis</i> | Makino Botanical Garden | Japonsko | 33°32'53.21"N, 133°34'45.1"E | 2019 | K. Hori | KH 2348 | Dry kin 2348 | | 2021 |
| <i>Dryopteris lacunosa</i> | American Fern Society, Spore Exchange | USA | 47°58'12.23"N, 122°13'1.52"W | 2017-07 | B. Hendrik | BA 2121 | Dry lac 2121 | | |
| <i>Dryopteris oreades</i> | South Scotland, Moffat, Bodesbeck, svah údolí, ca 2,6 km SV od osady Bodesbeck, 270 m n. m. | Velká Británie | 55°23'38.200"N, 3°19'54.300"W | 2014-09-09 | L. Ekrat | LE 6047 | Dry ore 32 | ex hort. L. Ekrat (Telč) no. 32, odběr 2019 | 2020 |
| <i>Dryopteris pacifica</i> | American Fern Society, Spore Exchange | USA | 47°58'12.23"N, 122°13'1.52"W | 2016-07 | B. Aikins | BA 1076 | Dry pac 1076 | | |
| <i>Dryopteris purpurella</i> | Makino Botanical Garden | Japonsko | 33°32'53.21"N, 133°34'45.1"E | 2019 | K. Hori | KH 3072 | Dry pur 3072 | | 2020 |

| Taxon | Lokalita | Stát | Souřadnice | Datum sběru | Sběratel | Číslo položky | Označení vzorku | Poznámka | Analýza ploidní úrovně |
|-------------------------------|--|-----------------|-----------------------------------|-------------|------------|---------------|-----------------|--|------------------------|
| <i>Dryopteris remota</i> | Unterach am Attersee, starý pobřežní les, ca 700 m SSV od městského centra, 590 m n. m. | Rakousko | 47°48'38.000"N, 13°29'26.000"E | 2011-09-28 | L. Ekrť | LE 4963 | Dry rem 14 | ex hort. L. Ekrť (Telč) no. 14, odběr 2019 | 2021 |
| <i>Dryopteris sparsa</i> | American Fern Society, Spore Exchange | USA | 47°58'12.23"N, 122°13'1.52"W | 2019 | K. Hori | KH 943 | Dry spa 943 | | 2021 |
| <i>Dryopteris subarborea</i> | American Fern Society, Spore Exchange | USA | 47°58'12.23"N, 122°13'1.52"W | 2017-11 | D. Yansura | BA 1111 | Dry sub 1111 | | |
| <i>Dryopteris tsugiwoi</i> | Makino Botanical Garden | Japonsko | 33°32'53.21"N, 133°34'45.1"E | 2019 | K. Hori | KH 3071 | Dry tsug 3071 | | 2021 |
| <i>Dryopteris tsushimense</i> | Makino Botanical Garden | Japonsko | 33°32'53.21"N, 133°34'45.1"E | 2019 | K. Hori | KH 3368 | Dry tsus 3368 | | 2021 |
| <i>Dryopteris villari</i> | Austria, Totes Gebirge Mts, Ebensee am Traunsee, vápencový skalní svah ca 300 m SV od Hochkogel Mt., ca 9,4 km JJZ od centra města, 1250 m n. m. | Rakousko | 47°43'41.000"N, 13°47'44.000"E | 2019-08-10 | L. Ekrť | LE 7168 | Dry vil 50 | ex hort. L. Ekrť (Telč), odběr 2020 | |
| <i>Dryopteris wallichiana</i> | American Fern Society, Spore Exchange | USA | 47°58'12.23"N, 122°13'1.52"W | 2014-08 | B. Aikins | BA 1124 | Dry wal 1124 | | |
| <i>Cheilanthes distans</i> | American Fern Society, Spore Exchange | USA | 47°58'12.23"N, 122°13'1.52"W | 2018-07 | B. Aikins | BA 64 | Chei dis 2018 | | |
| <i>Cheilanthes eatonii</i> | American Fern Society, Spore Exchange | USA | 47°58'12.23"N, 122°13'1.52"W | 2016-06 | B. Aikins | BA 565 | Chei eat 2016 | | |
| <i>Cheilanthes tomentosa</i> | American Fern Society, Spore Exchange | USA | 47°58'12.23"N, 122°13'1.52"W | 2017-12 | B. Aikins | BA 606 | Chei tom 2017 | | |
| <i>Cheilanthes wootonii</i> | American Fern Society, Spore Exchange | USA | 47°58'12.23"N, 122°13'1.52"W | 2016-10 | B. Aikins | BA 607 | Chei woo 2016 | | |
| <i>Notholaena marantae</i> | Vysočina, Třebíč, Mohelno, rez. Mohelenská hadcová step, ca 1 km JJZ od centra obce | Česká republika | 49°06'32"N, 016°11'03"E | 2014-09-25 | L. Ekrť | LE 6176 | Not mar 2014 | | |
| <i>Onoclea sensibilis</i> | American Fern Society, Spore Exchange | USA | 47°58'12.23"N, 122°13'1.52"W | 2019-02 | B. Aikins | BA 1329 | Ono sen 2019 | | |

| Taxon | Lokalita | Stát | Souřadnice | Datum sběru | Sběratel | Číslo položky | Označení vzorku | Poznámka | Analýza ploidní úrovně |
|----------------------------------|--|-----------------|-----------------------------------|-------------|-------------|---------------|-----------------|------------------------------------|------------------------|
| <i>Oreopteris limbosperma</i> | Alpy, Nedere Tauern, Hohentauern, horský les podél turistické cesty od Edelrautenhütte k jezeru Gr. Scheibelsee, ca 4,1 km Z od kostela v obci Hohentauern, 1735 m n. m. | Rakousko | 47°26'16.4"N, 14°25'51.9"E | 2017 | L. Ekt | LE 6809 | Las lim 2019 | ex hort. L. Ekt (Telč), odběr 2019 | |
| <i>Pellaea viridis</i> | American Fern Society, Spore Exchange | USA | 47°58'12.23"N, 122°13'1.52"W | 2018-07 | B. Aikins | BA 1438 | Pel vir 2018 | | |
| <i>Phegopteris connectilis</i> | Jihočeský kraj, Nové Hrady, Terčino údolí, dno bočního údolíčka nad potokem, ca 2 km JZ od zámku | Česká republika | 48°46'58,3"N 014°45'26,1"E | 2012-09-24 | L. Ekt | LE 5081 | Phe con 2012 | | |
| <i>Phegopteris connectilis</i> | Kokořínsko, Mělník, Vojtěchov, důl pod skalním útvarem Pokličky, ca 1 km JZ od rozcestí Vojtěchov | Česká republika | 50°27'19,1"N, 14°35'16,7"E | 2019-08-27 | L. Ekt | LE 9177 | Phe con 2019 | | |
| <i>Polystichum polyblepharum</i> | American Fern Society, Spore Exchange | USA | 47°58'12.23"N, 122°13'1.52"W | 2016-06 | B. Aikins | BA 1679 | Pol pol 2016 | | |
| <i>Polystichum setiferum</i> | East Serbia, Djerdap National Park, Tekija, zalesněný svah hory Mali Strbac, ca 8,5 km ZJZ od centra města | Srbsko | 44°38'46.000"N, 22°18'57.600"E | 2014-06-22 | L. Ekt | LE 6134 | Pol set 2019 | ex hort. L. Ekt (Telč), odběr 2019 | |
| <i>Polystichum tsus-simense</i> | American Fern Society, Spore Exchange | USA | 47°58'12.23"N, 122°13'1.52"W | 2019-02 | B. Torreano | BA 1746 | Pol tsu 2019 | | |
| <i>Pteris cretica</i> | Adjaria region, Kveda Bzubzu, svah u okraje silnice, ca 1 km Z od centra obce Kveda Bzubzu | Gruzie | 41°33'45"N, 041°49'29"E | 2011-07-24 | L. Ekt | LE 4985 | Pte cre 2011 | | |
| <i>Pteris multifida</i> | American Fern Society, Spore Exchange | USA | 47°58'12.23"N, 122°13'1.52"W | 2018-07 | B. Aikins | BA 1810 | Pte mul 2018 | | |
| <i>Pteris semipinnata</i> | American Fern Society, Spore Exchange | USA | 47°58'12.23"N, 122°13'1.52"W | 2018-12 | B. Aikins | BA 720 | Pte sem 720 | | |

Příloha 2: Apomiktické taxony a kříženci apomiktických a sexuálních taxonů a jejich sexuální exprese na základě dostupné literatury a výsledků kultivačního experimentu této diplomové práce (X = data nebyla uvedena).

| Taxon | Čeleď | Archegonia | Antheridia | Poznámky | Reference |
|---|------------------------|------------|------------|---|--|
| <i>Argyrochosma nivea</i> var. <i>tenera</i> | <i>Aspleniaceae</i> | ne | ne | | Hernández et al. 2015 |
| <i>Asplenium aethiopicum</i> | <i>Aspleniaceae</i> | ano | ano | nefunkční gametangia | Braithwaite 1964 |
| <i>Asplenium flabellifolium</i> | <i>Aspleniaceae</i> | ne | ano | | tato diplomová práce |
| <i>Asplenium macilentum</i> | <i>Aspleniaceae</i> | ano | ano | nefunkční gametangia | Braithwaite 1964 |
| <i>Asplenium monodon</i> | <i>Aspleniaceae</i> | ano | ano | MFDR, antheridia vzácně, spermatozoidy neživotaschopné | Regalado Gabancho et al. 2010 |
| <i>Asplenium resiliensis</i> | <i>Aspleniaceae</i> | ne | ano | | Whittier 1970 |
| <i>Asplenium</i> × <i>lellingerianum</i> | <i>Aspleniaceae</i> | ano | ano | MFDR, antheridia vzácně, spermatozoidy neživotaschopné | Regalado Gabancho et al. 2010 |
| <i>Cornopteris christenseniana</i> | <i>Athyriaceae</i> | ne | ne | | Park and Kato 2003 |
| <i>Diplazium megaphyllum</i> | <i>Athyriaceae</i> | ano | ano | nefunkční archegonia, většina gametofytů asexuálních | Chiou et al. 2006 |
| <i>Ctenitis falciculata</i> (<i>Aspidium chrysolobum</i>) | <i>Dryopteridaceae</i> | ano | ano | | Steil 1918 |
| <i>Cyrtogonellum caducum</i> | <i>Dryopteridaceae</i> | ne | ano | aktivní spermatozoidy | Guo and Liu 2013, Liu et al. 2012 |
| <i>Cyrtogonellum fraxinellum</i> | <i>Dryopteridaceae</i> | ano | ano | aktivní spermatozoidy, archegonia se nepodílela na tvorbě sporofytu | Guo and Liu 2013 |
| <i>Cyrtogonellum inaequale</i> | <i>Dryopteridaceae</i> | ne | ano | aktivní spermatozoidy | Guo and Liu 2013 |
| <i>Cyrtomium atropunctatum</i> | <i>Dryopteridaceae</i> | ne | ano | | tato diplomová práce |
| <i>Cyrtomium falcatum</i> | <i>Dryopteridaceae</i> | ne | ano | po přidání antheridiogenů (Voeller 1964), pozdní tvorba antheridií | Voeller 1964, Yatskievych 1993, tato diplomová práce |
| <i>Cyrtomium fortunei</i> | <i>Dryopteridaceae</i> | ne | ano | pozdní tvorba antheridií | Yatskievych 1993 |
| <i>Cyrtomium macrophyllum</i> | <i>Dryopteridaceae</i> | ne | ano | pozdní tvorba antheridií | Yatskievych 1993 |

| Taxon | Čeleď | Archegonia | Antheridia | Poznámky | Reference |
|--|------------------------|-------------------|-------------------|--|--|
| <i>Dryopteris affinis</i> (<i>D. pseudomas</i>) | <i>Dryopteridaceae</i> | ano | ano | přidané antheridiogeny (Schneller, 1988), vzácně archegonia (Duncan 1943), pouze antheridia (tato diplomová práce) | Duncan 1943, Schneller 1981, 1988, tato diplomová práce |
| <i>Dryopteris bissetiana</i> | <i>Dryopteridaceae</i> | ne | ano | | tato diplomová práce |
| <i>Dryopteris borrieri</i> (<i>D. pseudomas</i>) | <i>Dryopteridaceae</i> | ano | ano | vzácně archegonia (Duncan 1943), pouze archegonia (Whittier 1970), pouze antheridia (tato diplomová práce) | Duncan 1943, Poelt 1960, Whittier 1970, tato diplomová práce |
| <i>Dryopteris cambrensis</i> | <i>Dryopteridaceae</i> | ne | ano | | tato diplomová práce |
| <i>Dryopteris chinensis</i> | <i>Dryopteridaceae</i> | ano | ano | citováno v Hori et al. 2018c | Momose 1967 |
| <i>Dryopteris muenchii</i> | <i>Dryopteridaceae</i> | ne | ano | | Reyes-Jaramillo et al. 2008 |
| <i>Dryopteris pacifica</i> | <i>Dryopteridaceae</i> | ano | ano | | Lin et al. 1992 |
| <i>Dryopteris purpurella</i> | <i>Dryopteridaceae</i> | ano | ano | | tato diplomová práce |
| <i>Dryopteris remota</i> | <i>Dryopteridaceae</i> | ne | ano | | tato diplomová práce |
| <i>Dryopteris sparsa</i> | <i>Dryopteridaceae</i> | ne | ano | | tato diplomová práce |
| <i>Dryopteris subarctica</i> | <i>Dryopteridaceae</i> | ne | ano | | tato diplomová práce |
| <i>Dryopteris thushimense</i> | <i>Dryopteridaceae</i> | ano | ano | | tato diplomová práce |
| <i>Dryopteris wallichiana</i> | <i>Dryopteridaceae</i> | ne | ano | | tato diplomová práce |
| <i>Polystichum tsus-simense</i> | <i>Dryopteridaceae</i> | X | ano | po přidání antheridiogenů | Näf 1966 |
| <i>Dryopteris</i> × <i>complexa</i> | <i>Dryopteridaceae</i> | ne | ano | | tato diplomová práce |
| <i>Dryopteris</i> × <i>critica</i> | <i>Dryopteridaceae</i> | ne | ano | | Ekrt and Kouček 2016, tato diplomová práce |
| <i>Polypodium dispersum</i> | <i>Polypodiaceae</i> | ne | ne | | Evans 1964 |
| <i>Adiantum hispidulum</i> | <i>Pteridaceae</i> | ne | ano | | tato diplomová práce |
| <i>Adiantum lunatum</i> | <i>Pteridaceae</i> | ne | ano | | Sareen et al. 2014 |
| <i>Anemia tomentosa</i> | <i>Pteridaceae</i> | ne | ano | | tato diplomová práce |

| Taxon | Čeleď | Archegonia | Antheridia | Poznámky | Reference |
|---------------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|---|---|
| <i>Astrolepis sinuata</i> | <i>Pteridaceae</i> | ne | ano | po přidání antheridiogenů | Döpp, 1959 |
| <i>Bommeria pedata</i> | <i>Pteridaceae</i> | ano | ano | | Haufler and Gastony 1978 |
| <i>Gaga marginata</i> | <i>Pteridaceae</i> | ano | ano | | Martínez et al. 2017 |
| <i>Cheilanthes alabamensis</i> | <i>Pteridaceae</i> | ne | ano | | Whittier 1970 |
| <i>Cheilanthes castanea</i> | <i>Pteridaceae</i> | ano | ano | | Whittier 1970 |
| <i>Cheilantes distans</i> | <i>Pteridaceae</i> | ne | ano | přidané antheridiogeny (Döpp 1959) | Döpp 1959, tato diplomová práce |
| <i>Cheilanthes eatonii</i> | <i>Pteridaceae</i> | ne | ano | | tato diplomová práce |
| <i>Cheilanthes farinosa</i> | <i>Pteridaceae</i> | ne | ano | bez antheridií (Verma 1977) | Verma 1977, Manton et al. 1966 |
| <i>Cheilanthes feei</i> | <i>Pteridaceae</i> | ne | ano | | Whittier 1970 |
| <i>Cheilanthes hirsuta</i> | <i>Pteridaceae</i> | ano | ano | citováno v Huang et al. 2011 | Huang et al. 2009 |
| <i>Cheilanthes tomentosa</i> | <i>Pteridaceae</i> | ne | ano | | Whittier 1970 |
| <i>Cheilanthes wootonii</i> | <i>Pteridaceae</i> | ne | ano | | tato diplomová práce |
| <i>Myriopteris myriophylla</i> | <i>Pteridaceae</i> | ano | ano | | Martínez et al. 2017 |
| <i>Pellaea atropurpurea</i> | <i>Pteridaceae</i> | ne | ano | | Whittier 1970 |
| <i>Pellaea glabella</i> | <i>Pteridaceae</i> | ne | ano | | Whittier 1968 |
| <i>Pellaea viridis</i> | <i>Pteridaceae</i> | ne | ano | po přidání antheridiogenů (Voeller 1964, Gemmrich 1986) | Steil 1918, Voeller 1964, Gemmrich 1986, tato diplomová práce |
| <i>Pityrogramma calomelanos</i> | <i>Pteridaceae</i> | X | ano | | Dubey and Roy 1985 |
| <i>Pteris adiantoides</i> | <i>Pteridaceae</i> | ne | ano | | Steil 1918 |
| <i>Pteris confusa</i> | <i>Pteridaceae</i> | ne | ano | | Walker 1958 |

| Taxon | Čeleď | Archegonia | Antheridia | Poznámky | Reference |
|-----------------------------------|-------------------------|------------|------------|---|--|
| <i>Pteris cretica</i> | <i>Pteridaceae</i> | ano | ano | nefunkční archegonia, pouze antheridia (Whittier 1970, Huang et al. 2011) | Steil 1918, Whittier 1970, Laird and Sheffield 1986, Huang et al. 2011 |
| <i>Pteris fauriei</i> | <i>Pteridaceae</i> | ne | ano | | Huang et al. 2006 |
| <i>Pteris multifida</i> | <i>Pteridaceae</i> | ne | ano | | tato diplomová práce |
| <i>Pteris pellucidifolia</i> | <i>Pteridaceae</i> | ne | ano | | Huang et al. 2011 |
| <i>Pteris sulcata</i> | <i>Pteridaceae</i> | ne | ano | | Steil 1918 |
| <i>Pteris syntetičtí kříženci</i> | <i>Pteridaceae</i> | ne | ano | pomalé spermatozoidy | Walker 1962 |
| <i>Pteris wulaiensis</i> | <i>Pteridaceae</i> | ano | ano | diploid, sterilní archegonia | Huang et al. 2011 |
| <i>Phegopteris connectilis</i> | <i>Thelypteridaceae</i> | ano | ano | pouze antheridia (tato diplomová práce) | Whittier 1970, tato diplomová práce |

Příloha 3: Klíčivost viabilních výtrusů (1. až 4. týden) a tvorba laterálních meristémů (3. až 7. týden) pro jednotlivé vzorky vyšetřené v rámci kultivačního experimentu této diplomové práce (ZP = způsob reprodukce, A= apomikt, K = kříženec, S = sexuál, SV = stáří výtrusů; K = klíčení viabilních výtrusů, M = meristematické gametofyty a týden pozorování).

| Taxon | Vzorek | ZP | Datum vyšetření | SV (rok) | K1 | K1 (%) | K2 | K2 (%) | K3 | K3 (%) | K4 | K4 (%) | M3 | M3 (%) | M4 | M4 (%) | M5 | M5 (%) | M6 | M6 (%) | M7 | M7 (%) |
|----------------------------------|--------------|----|-----------------|----------|------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|----|--------|------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|
| <i>Adiantum hispidulum</i> | Adi his 2015 | A | 26.09.2019 | 4 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 7,33 | 15% | | | 0,00 | 0% | 3,00 | 6% | 1,50 | 3% | 1,50 | 3% |
| <i>Anemia tomentosa</i> | Ane tom 2010 | A | 26.09.2019 | 9 | 0,33 | 1% | 33,33 | 67% | 42,00 | 84% | 39,67 | 79% | | | 5,00 | 10% | 9,33 | 19% | 3,00 | 6% | 2,00 | 4% |
| <i>Asplenium adiantum nigrum</i> | Asp adi 2019 | S | 07.08.2020 | 1 | 0,00 | 0% | 10,67 | 21% | 16,67 | 33% | 29,00 | 58% | | | 6,33 | 13% | 11,67 | 23% | 36,67 | 73% | 38,33 | 77% |
| <i>Asplenium aethiopicum</i> | Asp aet 2004 | A | 26.02.2018 | 14 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | | | | | | | | |

| Taxon | Vzorek | ZP | Datum vyseti | SV (rok) | K1 | K1 (%) | K2 | K2 (%) | K3 | K3 (%) | K4 | K4 (%) | M3 | M3 (%) | M4 | M4 (%) | M5 | M5 (%) | M6 | M6 (%) | M7 | M7 (%) |
|------------------------------------|------------------|----|--------------|----------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|
| <i>Asplenium flabellifolium</i> | Asp fla 2019 | A | 26.09.2019 | 1 | 3,00 | 6% | 28,33 | 57% | 27,67 | 55% | 33,33 | 67% | | | 1,67 | 3% | 2,67 | 5% | 5,33 | 11% | 6,00 | 12% |
| <i>Asplenium monanthes</i> | Asp mon 2004 | A | 26.02.2018 | 14 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | | | | | | | | |
| <i>Asplenium septentrionale</i> | Asp sep 2020 | S | 07.08.2020 | 0 | 0,00 | 0% | 9,00 | 18% | 37,67 | 75% | 38,33 | 77% | | | 0,00 | 0% | 4,00 | 8% | 5,67 | 11% | 8,33 | 17% |
| <i>Ceratopteris richardii</i> | Cer 2019 | S | 07.08.2020 | 1 | 0,67 | 1% | 15,00 | 30% | 35,00 | 70% | 38,00 | 76% | | | 0,33 | 1% | 6,00 | 12% | 36,67 | 73% | 45,00 | 90% |
| <i>Cyrtomium atropunctatum</i> | Cyr atr 2019 | A | 07.08.2020 | 1 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 4,33 | 9% | 11,00 | 22% | | | 0,00 | 0% | 3,33 | 7% | 3,67 | 7% | 7,33 | 15% |
| <i>Cyrtomium falcatum</i> | Cyr fal 2017 | A | 16.01.2020 | 3 | 0,00 | 0% | 1,00 | 2% | 3,33 | 7% | 5,00 | 10% | | | 3,00 | 6% | 4,00 | 8% | 4,00 | 8% | 2,00 | 4% |
| <i>Cyrtomium fortunei</i> | Cyr for 2017 | A | 16.01.2020 | 3 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | | | | | | | | |
| <i>Cyrtomium macrophyllum</i> | Cyr mac 2017 | A | 16.01.2020 | 3 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | | | | | | | | |
| <i>Diplazium taiwanense</i> | Dip tai 2019 | A | 07.08.2020 | 1 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | | | | | | | | |
| <i>Doodia caudata</i> | Doo cau 2004 (2) | S | 17.04.2019 | 1 | 1,67 | 3% | 20,00 | 40% | 31,67 | 63% | 34,33 | 69% | 10,00 | 20% | 35,00 | 70% | 47,67 | 95% | 45,00 | 90% | | |
| <i>Doodia caudata</i> | Doo cau 2004 (1) | S | 26.02.2018 | 14 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | | | | | | | | |
| <i>Dryopteris ×alpirsbachensis</i> | Dry alp 2018 | K | 26.02.2018 | 0 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | | | | | | | | |
| <i>Dryopteris ×complexa</i> | Dry com 1 | K | 17.04.2019 | 1 | 25,33 | 51% | 27,00 | 54% | 29,67 | 59% | 28,33 | 57% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 1,67 | 3% | 1,67 | 3% |
| <i>Dryopteris ×complexa</i> | Dry com 6 | K | 26.02.2018 | 2 | 9,33 | 19% | 12,33 | 25% | 15,67 | 31% | 21,33 | 43% | 0,67 | 1% | 5,00 | 10% | 12,67 | 25% | 20,67 | 41% | | |
| <i>Dryopteris ×critica</i> | Dry cri F1 | K | 16.01.2020 | 1 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | | | | | | | | |
| <i>Dryopteris ×critica</i> | Dry cri 3 | K | 07.08.2020 | 2 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | | | | | | | | |

| Taxon | Vzorek | ZP | Datum vyseti | SV (rok) | K1 | K1 (%) | K2 | K2 (%) | K3 | K3 (%) | K4 | K4 (%) | M3 | M3 (%) | M4 | M4 (%) | M5 | M5 (%) | M6 | M6 (%) | M7 | M7 (%) |
|---------------------------------|------------------|----|--------------|----------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|
| <i>Dryopteris ×critica</i> | Dry cri 2012 | K | 17.04.2019 | 7 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | | | | | | | | |
| <i>Dryopteris ×critica</i> | Dry cri 2019 | K | 26.02.2018 | 0 | 10,00 | 20% | 40,33 | 81% | 35,67 | 71% | 34,00 | 68% | | | 10,67 | 21% | 15,00 | 30% | 12,67 | 25% | 14,00 | 28% |
| <i>Dryopteris affinis</i> | Dry aff 1 | A | 26.09.2019 | 1 | 50,00 | 100% | 48,00 | 96% | 47,67 | 95% | 45,00 | 90% | | | 6,00 | 12% | 3,67 | 7% | 4,33 | 9% | 6,00 | 12% |
| <i>Dryopteris affinis</i> | Dry aff 4 | A | 26.02.2018 | 2 | 49,00 | 98% | 48,00 | 96% | 48,33 | 97% | 50,00 | 100% | 0,00 | 0% | 2,33 | 5% | 7,33 | 15% | 4,00 | 8% | | |
| <i>Dryopteris bissetiana</i> | Dry biss 1459 | A | 26.09.2019 | 1 | 17,00 | 34% | 38,67 | 77% | 50,00 | 100% | 46,33 | 93% | | | 0,00 | 0% | 4,00 | 8% | 7,67 | 15% | 15,00 | 30% |
| <i>Dryopteris bissetiana</i> | Dry bis 947 | A | 07.08.2020 | 3 | 0,00 | 0% | 4,33 | 9% | 5,00 | 10% | 6,33 | 13% | | | 8,00 | 16% | 10,00 | 20% | 15,00 | 30% | 16,00 | 32% |
| <i>Dryopteris borrieri</i> | Dry bor 2018 | A | 16.01.2020 | 0 | 28,33 | 57% | 33,00 | 66% | 41,00 | 82% | 45,33 | 91% | | | 1,00 | 2% | 0,67 | 1% | 4,67 | 9% | 4,00 | 8% |
| <i>Dryopteris borrieri</i> | Dry bor 2011 | A | 26.02.2018 | 8 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | | | | | | | | |
| <i>Dryopteris borrieri</i> | Dry bor 2019 | A | 17.04.2019 | 0 | 48,67 | 97% | 50,00 | 100% | 48,67 | 97% | 49,33 | 99% | | | 30,00 | 60% | 33,00 | 66% | 37,67 | 75% | 37,67 | 75% |
| <i>Dryopteris cambrensis</i> | Dry cam 2018 | A | 26.09.2019 | 0 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | | | | | | | | |
| <i>Dryopteris cambrensis</i> | Dry cam 2019 | A | 17.04.2019 | 0 | 43,33 | 87% | 48,33 | 97% | 46,00 | 92% | 49,00 | 98% | | | 20,00 | 40% | 17,67 | 35% | 20,00 | 40% | 16,33 | 33% |
| <i>Dryopteris carthusiana</i> | Dry car 44 | S | 26.09.2019 | 0 | 16,33 | 33% | 37,33 | 75% | 49,33 | 99% | 49,00 | 98% | | | 19,33 | 39% | 21,33 | 43% | 31,67 | 63% | 41,67 | 83% |
| <i>Dryopteris caucasica</i> | Dry cau 28 | S | 17.04.2019 | 1 | 10,33 | 21% | 32,67 | 65% | 33,33 | 67% | 32,67 | 65% | | | 15,50 | 31% | 18,50 | 37% | 21,00 | 42% | 18,50 | 37% |
| <i>Dryopteris crassirhizoma</i> | Dry cra 986 | S | 26.02.2018 | 16 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | | | | | | | | |
| <i>Dryopteris dilatata</i> | Dry dil 2019 | S | 07.08.2020 | 1 | 5,00 | 10% | 20,67 | 41% | 46,33 | 93% | 40,67 | 81% | | | 1,67 | 3% | 6,00 | 12% | 14,33 | 29% | 20,67 | 41% |
| <i>Dryopteris expansa</i> | Dry exp 20 | S | 07.08.2020 | 0 | 21,67 | 43% | 47,67 | 95% | 49,33 | 99% | 48,33 | 97% | | | 12,00 | 24% | 6,67 | 13% | 9,67 | 19% | 20,67 | 41% |
| <i>Dryopteris filix-mas</i> | Dry fil 2017 (1) | S | 26.02.2018 | 1 | 50,00 | 100% | 50,00 | 100% | 50,00 | 100% | 50,00 | 100% | | | 10,00 | 20% | 8,00 | 16% | 11,00 | 22% | 12,00 | 24% |

| Taxon | Vzorek | ZP | Datum vyseti | SV (rok) | K1 | K1 (%) | K2 | K2 (%) | K3 | K3 (%) | K4 | K4 (%) | M3 | M3 (%) | M4 | M4 (%) | M5 | M5 (%) | M6 | M6 (%) | M7 | M7 (%) |
|---------------------------------|------------------|----|--------------|----------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|
| <i>Dryopteris filix-mas</i> | Dry fil 2017 (2) | S | 17.04.2019 | 2 | 26,50 | 53% | 36,50 | 73% | 45,00 | 90% | 46,00 | 92% | 13,00 | 26% | 14,50 | 29% | 32,50 | 65% | 39,00 | 78% | | |
| <i>Dryopteris filix-mas</i> | Dry fil 2019 | S | 26.09.2019 | 0 | 49,00 | 98% | 49,67 | 99% | 49,00 | 98% | 50,00 | 100% | | | 33,33 | 67% | 37,00 | 74% | 43,33 | 87% | 43,00 | 86% |
| <i>Dryopteris formosana</i> | Dry for 433 | A | 16.01.2020 | 2 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | | | | | | | | |
| <i>Dryopteris kinukuniensis</i> | Dry kin 2348 | A | 07.08.2020 | 1 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | | | | | | | | |
| <i>Dryopteris lacunosa</i> | Dry lac 2121 | A | 16.01.2020 | 3 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | | | | | | | | |
| <i>Dryopteris oreades</i> | Dry ore 32 | S | 16.01.2020 | 1 | 6,67 | 13% | 20,67 | 41% | 22,33 | 45% | 23,33 | 47% | | | 10,00 | 20% | 11,50 | 23% | 14,50 | 29% | 17,50 | 35% |
| <i>Dryopteris pacifica</i> | Dry pac 1076 | A | 26.09.2019 | 3 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | | | | | | | | |
| <i>Dryopteris purpurella</i> | Dry pur 3072 | A | 07.08.2020 | 1 | 0,00 | 0% | 8,33 | 17% | 26,00 | 52% | 35,33 | 71% | | | 0,00 | 0% | 1,67 | 3% | 3,33 | 7% | 7,33 | 15% |
| <i>Dryopteris remota</i> | Dry rem 14 | A | 16.01.2020 | 1 | 5,67 | 11% | 13,67 | 27% | 23,67 | 47% | 29,67 | 59% | | | 17,50 | 35% | 17,50 | 35% | 17,50 | 35% | 17,00 | 34% |
| <i>Dryopteris sparsa</i> | Dry spa 943 | A | 07.08.2020 | 1 | 0,00 | 0% | 7,33 | 15% | 8,67 | 17% | 15,00 | 30% | | | 0,00 | 0% | 4,33 | 9% | 7,00 | 14% | 7,33 | 15% |
| <i>Dryopteris subarborea</i> | Dry sub 1111 | A | 16.01.2020 | 3 | 1,00 | 2% | 2,00 | 4% | 4,67 | 9% | 4,00 | 8% | | | 3,00 | 6% | 3,00 | 6% | 5,00 | 10% | 4,00 | 8% |
| <i>Dryopteris tsugiwoi</i> | Dry tsug 3071 | A | 07.08.2020 | 1 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | | | | | | | | |
| <i>Dryopteris tsushimense</i> | Dry tsus 3368 | A | 07.08.2020 | 1 | 17,33 | 35% | 28,67 | 57% | 44,67 | 89% | 48,67 | 97% | | | 0,00 | 0% | 2,00 | 4% | 4,00 | 8% | 8,33 | 17% |
| <i>Dryopteris villari</i> | Dry vil 50 | S | 07.08.2020 | 0 | 0,00 | 0% | 6,00 | 12% | 15,00 | 30% | 20,67 | 41% | | | 3,67 | 7% | 5,33 | 11% | 8,67 | 17% | 12,00 | 24% |
| <i>Dryopteris wallichiana</i> | Dry wal 1124 | A | 16.01.2020 | 6 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 1,00 | 2% | 3,67 | 7% | | | 0,50 | 1% | 2,00 | 4% | 2,00 | 4% | 4,00 | 8% |
| <i>Cheilanthes distans</i> | Chei dis 2018 | A | 16.01.2020 | 2 | 2,67 | 5% | 11,67 | 23% | 13,67 | 27% | 16,33 | 33% | | | 9,00 | 18% | 11,00 | 22% | 15,50 | 31% | 16,00 | 32% |
| <i>Cheilanthes eatonii</i> | Chei eat 2016 | A | 16.01.2020 | 4 | 0,00 | 0% | 11,00 | 22% | 16,00 | 32% | 21,33 | 43% | | | 9,50 | 19% | 10,50 | 21% | 12,50 | 25% | 15,00 | 30% |

| Taxon | Vzorek | ZP | Datum vyseti | SV (rok) | K1 | K1 (%) | K2 | K2 (%) | K3 | K3 (%) | K4 | K4 (%) | M3 | M3 (%) | M4 | M4 (%) | M5 | M5 (%) | M6 | M6 (%) | M7 | M7 (%) |
|----------------------------------|---------------|----|--------------|----------|------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|----|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|
| <i>Cheilanthes tomentosa</i> | Chei tom 2017 | A | 16.01.2020 | 3 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | | | | | | | | |
| <i>Cheilanthes wootonii</i> | Chei woo 2016 | A | 16.01.2020 | 4 | 0,00 | 0% | 14,00 | 28% | 21,33 | 43% | 25,67 | 51% | | | 12,00 | 24% | 18,50 | 37% | 22,50 | 45% | 20,00 | 40% |
| <i>Notholaena marantae</i> | Not mar 2014 | S | 07.08.2020 | 6 | 1,67 | 3% | 23,00 | 46% | 48,67 | 97% | 44,67 | 89% | | | 15,00 | 30% | 19,67 | 39% | 17,67 | 35% | 23,33 | 47% |
| <i>Onoclea sensibilis</i> | Ono sen 2019 | S | 16.01.2020 | 1 | 0,00 | 0% | 2,67 | 5% | 5,33 | 11% | 6,67 | 13% | | | 9,00 | 18% | 5,00 | 10% | 13,00 | 26% | 10,00 | 20% |
| <i>Oreopteris limbosperma</i> | Ore lim 2019 | S | 07.08.2020 | 1 | 0,00 | 0% | 5,67 | 11% | 9,33 | 19% | 10,33 | 21% | | | 0,00 | 0% | 1,67 | 3% | 2,00 | 4% | 5,33 | 11% |
| <i>Pellaea viridis</i> | Pel vir 2018 | A | 16.01.2020 | 2 | 3,00 | 6% | 5,00 | 10% | 6,67 | 13% | 10,00 | 20% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 5,00 | 10% | 6,00 | 12% |
| <i>Phegopteris connectilis</i> | Phe con 2012 | A | 26.02.2018 | 6 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | | | | | | | | |
| <i>Phegopteris connectilis</i> | Phe con 2019 | A | 16.01.2020 | 1 | 0,00 | 0% | 3,67 | 7% | 4,33 | 9% | 4,33 | 9% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 2,50 | 5% | 2,50 | 5% |
| <i>Polystichum polyblepharum</i> | Pol pol 2016 | A | 26.09.2019 | 3 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | | | | | | | | |
| <i>Polystichum setiferum</i> | Pol set 2019 | S | 16.01.2020 | 1 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | | | | | | | | |
| <i>Polystichum tsus-simense</i> | Pol tsu 2019 | A | 26.09.2019 | 0 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | | | | | | | | |
| <i>Pteris cretica</i> | Pte cre 2011 | A | 26.02.2018 | 7 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | | | | | | | | |
| <i>Pteris multifida</i> | Pte mul 2018 | A | 26.09.2019 | 1 | 0,00 | 0% | 1,67 | 3% | 8,33 | 17% | 24,00 | 48% | | | 7,00 | 14% | 10,33 | 21% | 10,67 | 21% | 8,00 | 16% |
| <i>Pteris semipinnata</i> | Pte sem 720 | A | 26.09.2019 | 1 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | | | | | | | | |

Příloha 4: Tvorba antheridií (4. až 16. týden) pro jednotlivé vzorky vyklíčené v rámci kultivačního experimentu této diplomové práce (ZP = způsob reprodukce, A= apomikt, K = kříženec, S = sexuál, SV = stáří výtrusů; Ant = gametofyty s antheridii a týden pozorování).

| Taxon | Vzorek | ZP | Datum vyšetí | SV | Ant 4 | Ant 4 (%) | Ant 5 | Ant 5 (%) | Ant 6 | Ant 6 (%) | Ant 7 | Ant 7 (%) | Ant 8 | Ant 8 (%) | Ant 9 | Ant 9 (%) | Ant 10 | Ant 10 (%) | Ant 11 | Ant 11 (%) | Ant 12 | Ant 12 (%) | Ant 14 | Ant 14 (%) | Ant 16 | Ant 16 (%) |
|----------------------------------|------------------|----|--------------|----|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|--------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|------------|
| <i>Adiantum hispidulum</i> | Adi his 2015 | A | 26.09.2019 | 4 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 1,50 | 15% |
| <i>Anemia tomentosa</i> | Ane tom 2010 | A | 26.09.2019 | 9 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,67 | 7% |
| <i>Asplenium adiantum nigrum</i> | Asp adi 2019 | S | 07.08.2020 | 1 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,67 | 7% | | | 3,00 | 30% | | | 4,33 | 43% | 4,33 | 43% | 2,67 | 27% |
| <i>Asplenium flabellifolium</i> | Asp fla 2019 | A | 26.09.2019 | 1 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,33 | 3% |
| <i>Asplenium septentrionale</i> | Asp sep 2020 | S | 07.08.2020 | 0 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,33 | 3% | | | 7,00 | 70% | | | 5,67 | 57% | 5,33 | 53% | 4,00 | 40% |
| <i>Ceratopteris richardii</i> | Cer 2019 | S | 07.08.2020 | 1 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,67 | 7% | | | 0,00 | 0% | | | 0,33 | 3% | | | 1,00 | 10% | 0,67 | 7% | 1,00 | 10% |
| <i>Cyrtomium atropunctatum</i> | Cyr atr 2019 | A | 07.08.2020 | 1 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 1,67 | 17% | | | 0,67 | 7% | | | 0,67 | 7% | | | 1,67 | 17% | 2,67 | 27% | 2,33 | 23% |
| <i>Cyrtomium falcatum</i> | Cyr fal 2017 | A | 16.01.2020 | 3 | | | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 1,00 | 10% | 0,00 | 0% | 2,00 | 20% |
| <i>Doodia caudata</i> | Doo cau 2004 (2) | S | 17.04.2019 | 1 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 1,00 | 10% |
| <i>Dryopteris × complea</i> | Dry com 1 | K | 17.04.2019 | 1 | | | | | | | 2,33 | 23% | 1,00 | 20% | 0,33 | 7% | 0,67 | 13% | 0,33 | 7% | 0,67 | 13% | 2,00 | 20% | 1,00 | 10% |
| <i>Dryopteris × complea</i> | Dry com 6 | K | 26.02.2018 | 2 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,67 | 13% | | | 0,67 | 7% | | | 1,00 | 10% | | | 1,33 | 13% | 0,33 | 3% | 0,00 | 0% |
| <i>Dryopteris × critica</i> | Dry cri 2019 | K | 26.02.2018 | 0 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 1,00 | 10% | | | 0,00 | 0% | | | 0,33 | 3% | | | 0,00 | 0% | 0,33 | 3% | 1,67 | 17% |
| <i>Dryopteris affinis</i> | Dry aff 1 | A | 26.09.2019 | 1 | | | | | | | 0,67 | 7% | 0,00 | 0% | 1,00 | 20% | 0,33 | 7% | 0,67 | 13% | 0,00 | 0% | 1,33 | 13% | 1,00 | 10% |
| <i>Dryopteris affinis</i> | Dry aff 4 | A | 26.02.2018 | 2 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,67 | 7% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |

| Taxon | Vzorek | ZP | Datum vyšetí | SV | Ant 4 | Ant 4 (%) | Ant 5 | Ant 5 (%) | Ant 6 | Ant 6 (%) | Ant 7 | Ant 7 (%) | Ant 8 | Ant 8 (%) | Ant 9 | Ant 9 (%) | Ant 10 | Ant 10 (%) | Ant 11 | Ant 11 (%) | Ant 12 | Ant 12 (%) | Ant 14 | Ant 14 (%) | Ant 16 | Ant 16 (%) |
|-------------------------------|------------------|----|--------------|----|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|--------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|------------|
| <i>Dryopteris bissetiana</i> | Dry biss 1459 | A | 26.09.2019 | 1 | 0,00 | 0% | 1,33 | 13% | 0,67 | 7% | | | 1,67 | 17% | | | 2,00 | 20% | | | 2,00 | 20% | 2,67 | 27% | 1,67 | 17% |
| <i>Dryopteris bissetiana</i> | Dry bis 947 | A | 07.08.2020 | 3 | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 1,00 | 10% | | | 3,00 | 30% | 4,00 | 40% | 2,00 | 20% |
| <i>Dryopteris borrieri</i> | Dry bor 2018 | A | 16.01.2020 | 0 | | | | | | | 4,67 | 47% | 4,33 | 87% | 3,33 | 67% | 2,67 | 53% | 4,00 | 80% | 3,67 | 73% | 5,33 | 53% | 4,67 | 47% |
| <i>Dryopteris borrieri</i> | Dry bor 2019 | A | 17.04.2019 | 0 | 0,00 | 0% | 0,33 | 3% | 1,67 | 17% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 1,00 | 10% | 1,33 | 13% | 1,67 | 17% |
| <i>Dryopteris cambrensis</i> | Dry cam 2019 | A | 17.04.2019 | 0 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 1,00 | 30% |
| <i>Dryopteris carthusiana</i> | Dry car 44 | S | 26.09.2019 | 0 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,67 | 7% | | | 0,67 | 7% | | | 1,00 | 10% | | | 1,33 | 13% | 1,33 | 13% | 1,00 | 10% |
| <i>Dryopteris caucasica</i> | Dry cau 28 | S | 17.04.2019 | 1 | | | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 1,67 | 25% | 1,33 | 20% | 1,00 | 15% |
| <i>Dryopteris dilatata</i> | Dry dil 2019 | S | 07.08.2020 | 1 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,33 | 3% | | | 1,00 | 10% | | | 1,00 | 10% | 1,00 | 10% | 0,67 | 7% |
| <i>Dryopteris epansa</i> | Dry ep 20 | S | 07.08.2020 | 0 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,33 | 3% | | | 1,00 | 10% | | | 1,00 | 10% | | | 0,67 | 7% | 1,67 | 17% | 0,33 | 3% |
| <i>Dryopteris filix-mas</i> | Dry fil 2017 (1) | S | 26.02.2018 | 1 | | | | | | | 0,00 | 23% | 0,00 | 0% | 4,00 | 80% | 0,00 | 0% | 2,00 | 40% | 1,00 | 20% | 2,00 | 20% | 3,00 | 30% |
| <i>Dryopteris filix-mas</i> | Dry fil 2017 (2) | S | 17.04.2019 | 2 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 2,00 | 20% | 2,50 | 25% | 0,00 | 0% |
| <i>Dryopteris filix-mas</i> | Dry fil 2019 | S | 26.09.2019 | 0 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 1,33 | 13% | | | 1,00 | 10% | | | 1,33 | 13% | 1,00 | 10% | 0,33 | 3% |
| <i>Dryopteris oreades</i> | Dry ore 32 | S | 16.01.2020 | 1 | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,67 | 20% | | | 1,67 | 50% | | | 1,33 | 20% | 1,33 | 20% | 0,67 | 10% |
| <i>Dryopteris purpurella</i> | Dry pur 3072 | A | 07.08.2020 | 1 | 0,00 | 0% | 0,33 | 3% | 0,33 | 3% | | | 2,00 | 20% | | | 2,00 | 20% | | | 1,33 | 13% | 1,67 | 17% | 1,33 | 13% |
| <i>Dryopteris remota</i> | Dry rem 14 | A | 16.01.2020 | 1 | | | 0,00 | 0% | 0,50 | 5% | | | 1,00 | 10% | | | 1,50 | 15% | | | 2,00 | 20% | 2,00 | 20% | 2,00 | 20% |
| <i>Dryopteris sparsa</i> | Dry spa 943 | A | 07.08.2020 | 1 | 0,00 | 0% | 0,33 | 3% | 1,00 | 10% | | | 2,33 | 23% | | | 1,67 | 17% | | | 1,67 | 17% | 2,33 | 23% | 1,33 | 13% |
| <i>Dryopteris subarborea</i> | Dry sub 1111 | A | 16.01.2020 | 3 | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 1,00 | 10% | 2,00 | 20% | 1,00 | 10% |

| Taxon | Vzorek | ZP | Datum vysetí | SV | Ant 4 | Ant 4 (%) | Ant 5 | Ant 5 (%) | Ant 6 | Ant 6 (%) | Ant 7 | Ant 7 (%) | Ant 8 | Ant 8 (%) | Ant 9 | Ant 9 (%) | Ant 10 | Ant 10 (%) | Ant 11 | Ant 11 (%) | Ant 12 | Ant 12 (%) | Ant 14 | Ant 14 (%) | Ant 16 | Ant 16 (%) |
|--------------------------------|---------------|----|--------------|----|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|--------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|------------|
| <i>Dryopteris tsushimense</i> | Dry tsus 3368 | A | 07.08.2020 | 1 | 0,00 | 0% | 1,33 | 13% | 2,00 | 20% | | | 2,33 | 23% | | | 0,67 | 7% | | | 0,33 | 3% | 0,67 | 7% | 0,67 | 7% |
| <i>Dryopteris villari</i> | Dry vil 50 | S | 07.08.2020 | 0 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,67 | 7% | | | 1,33 | 13% | 1,33 | 13% | 0,33 | 3% |
| <i>Dryopteris wallichiana</i> | Dry wal 1124 | A | 16.01.2020 | 6 | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 2,00 | 20% | 2,00 | 20% | 1,50 | 15% |
| <i>Cheilantes distans</i> | Chei dis 2018 | A | 16.01.2020 | 2 | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 1,50 | 30% | | | 2,50 | 25% | 1,50 | 15% | 1,50 | 15% |
| <i>Cheilanthes eatonii</i> | Chei eat 2016 | A | 16.01.2020 | 4 | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,50 | 5% | | | 1,00 | 10% | | | 2,50 | 25% | 2,00 | 20% | 1,00 | 10% |
| <i>Cheilanthes wootonii</i> | Chei woo 2016 | A | 16.01.2020 | 4 | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,50 | 5% | | | 0,50 | 5% | | | 2,50 | 25% | 3,00 | 30% | 2,00 | 20% |
| <i>Notholaena marantae</i> | Not mar 2014 | S | 07.08.2020 | 6 | 0,00 | 0% | 0,67 | 7% | 1,67 | 17% | | | 0,00 | 0% | | | 0,33 | 3% | | | 0,67 | 7% | 0,67 | 7% | 0,33 | 3% |
| <i>Onoclea sensibilis</i> | Ono sen 2019 | S | 16.01.2020 | 1 | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 1,00 | 10% | | | 3,00 | 30% | 2,00 | 20% | 3,00 | 30% |
| <i>Oreopteris limbosperma</i> | Ore lim 2019 | S | 07.08.2020 | 1 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,33 | 3% | | | 0,33 | 3% | | | 0,67 | 7% | | | 0,67 | 7% | 0,33 | 3% | 0,33 | 3% |
| <i>Pellaea viridis</i> | Pel vir 2018 | A | 16.01.2020 | 2 | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 1,00 | 10% | 1,00 | 10% | 2,00 | 20% |
| <i>Phegopteris connectilis</i> | Phe con 2019 | A | 16.01.2020 | 1 | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 1,50 | 15% | | | 2,50 | 25% | 2,00 | 20% | 1,50 | 15% |
| <i>Pteris multifida</i> | Pte mul 2018 | A | 26.09.2019 | 1 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,33 | 3% | 0,67 | 7% | 0,33 | 3% |

Příloha 5: Tvorba archegonií (4. až 16. týden) pro jednotlivé vzorky vyklíčené v rámci kultivačního experimentu této diplomové práce (ZP = způsob reprodukce, A= apomikt, K = kříženec, S = sexuální, SV = stáří výtrusů; Ar = gametofyty s archegonií a týden pozorování).

| Taxon | Vzorek | ZP | Datum vyšetří | SV | Ar4 | Ar4 (%) | Ar5 | Ar5 (%) | Ar6 | Ar6 (%) | Ar7 | Ar7 (%) | Ar8 | Ar8 (%) | Ar9 | Ar9 (%) | Ar10 | Ar10 (%) | Ar11 | Ar11 (%) | Ar12 | Ar12 (%) | Ar14 | Ar14 (%) | Ar16 | Ar16 (%) |
|----------------------------------|------------------|----|---------------|----|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|----------|------|----------|------|----------|------|----------|------|----------|
| <i>Adiantum hispidulum</i> | Adi his 2015 | A | 26.09.2019 | 4 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |
| <i>Anemia tomentosa</i> | Ane tom 2010 | A | 26.09.2019 | 9 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |
| <i>Asplenium adiantum nigrum</i> | Asp adi 2019 | S | 07.08.2020 | 1 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |
| <i>Asplenium flabellifolium</i> | Asp fla 2019 | A | 26.09.2019 | 1 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |
| <i>Asplenium septentrionale</i> | Asp sep 2020 | S | 07.08.2020 | 0 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 1,67 | 17% | 0,67 | 7% |
| <i>Ceratopteris richardii</i> | Cer 2019 | S | 07.08.2020 | 1 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 2,33 | 23% | | | 5,67 | 57% | | | 4,67 | 47% | | | 3,67 | 37% | 2,67 | 27% | 2,33 | 23% |
| <i>Cyrtomium atropunctatum</i> | Cyr atr 2019 | A | 07.08.2020 | 1 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |
| <i>Cyrtomium falcatum</i> | Cyr fal 2017 | A | 16.01.2020 | 3 | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |
| <i>Doodia caudata</i> | Doo cau 2004 (2) | S | 17.04.2019 | 1 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 1,33 | 13% | 1,67 | 17% |
| <i>Dryopteris ×complexa</i> | Dry com 1 | K | 17.04.2019 | 1 | | | | | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |
| <i>Dryopteris ×complexa</i> | Dry com 6 | K | 26.02.2018 | 2 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |
| <i>Dryopteris ×critica</i> | Dry cri 2019 | K | 26.02.2018 | 0 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |

| Taxon | Vzorek | ZP | Datum vysetí | SV | Ar4 | Ar4 (%) | Ar5 | Ar5 (%) | Ar6 | Ar6 (%) | Ar7 | Ar7 (%) | Ar8 | Ar8 (%) | Ar9 | Ar9 (%) | Ar10 | Ar10 (%) | Ar11 | Ar11 (%) | Ar12 | Ar12 (%) | Ar14 | Ar14 (%) | Ar16 | Ar16 (%) |
|-------------------------------|------------------|----|--------------|----|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|----------|------|----------|------|----------|------|----------|------|----------|
| <i>Dryopteris affinis</i> | Dry aff 1 | A | 26.09.2019 | 1 | | | | | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |
| <i>Dryopteris affinis</i> | Dry aff 4 | A | 26.02.2018 | 2 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |
| <i>Dryopteris bissetiana</i> | Dry biss 1459 | A | 26.09.2019 | 1 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |
| <i>Dryopteris bissetiana</i> | Dry bis 947 | A | 07.08.2020 | 3 | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |
| <i>Dryopteris borrieri</i> | Dry bor 2018 | A | 16.01.2020 | 0 | | | | | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |
| <i>Dryopteris borrieri</i> | Dry bor 2019 | A | 17.04.2019 | 0 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |
| <i>Dryopteris cambrensis</i> | Dry cam 2019 | A | 17.04.2019 | 0 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |
| <i>Dryopteris carthusiana</i> | Dry car 44 | S | 26.09.2019 | 0 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,33 | 3% | | | 1,00 | 10% | | | 1,00 | 10% | | | 1,33 | 13% | 1,33 | 13% | 1,67 | 17% |
| <i>Dryopteris caucasica</i> | Dry cau 28 | S | 17.04.2019 | 1 | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,33 | 5% | 0,00 | 0% |
| <i>Dryopteris dilatata</i> | Dry dil 2019 | S | 07.08.2020 | 1 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,33 | 3% | | | 0,33 | 3% | | | 2,33 | 23% | 1,00 | 10% | 1,00 | 10% |
| <i>Dryopteris expansa</i> | Dry exp 20 | S | 07.08.2020 | 0 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 1,67 | 17% | | | 1,33 | 13% | | | 2,67 | 27% | 2,00 | 20% | 1,33 | 13% |
| <i>Dryopteris filix-mas</i> | Dry fil 2017 (1) | S | 26.02.2018 | 1 | | | | | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 2,00 | 40% | 4,00 | 40% | 2,00 | 20% |
| <i>Dryopteris filix-mas</i> | Dry fil 2017 (2) | S | 17.04.2019 | 2 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 4,00 | 40% | 6,50 | 65% |
| <i>Dryopteris filix-mas</i> | Dry fil 2019 | S | 26.09.2019 | 0 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,67 | 7% | | | 2,00 | 20% | | | 2,00 | 20% | 2,33 | 23% | 3,00 | 30% |
| <i>Dryopteris oreades</i> | Dry ore 32 | S | 16.01.2020 | 1 | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,33 | 5% | 1,00 | 15% | 1,00 | 15% |

| Taxon | Vzorek | ZP | Datum vysetí | SV | Ar4 | Ar4 (%) | Ar5 | Ar5 (%) | Ar6 | Ar6 (%) | Ar7 | Ar7 (%) | Ar8 | Ar8 (%) | Ar9 | Ar9 (%) | Ar10 | Ar10 (%) | Ar11 | Ar11 (%) | Ar12 | Ar12 (%) | Ar14 | Ar14 (%) | Ar16 | Ar16 (%) |
|-------------------------------|---------------|----|--------------|----|------|---------|------|---------|------|---------|-----|---------|------|---------|-----|---------|------|----------|------|----------|------|----------|------|----------|------|----------|
| <i>Dryopteris purpurella</i> | Dry pur 3072 | A | 07.08.2020 | 1 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,67 | 7% | | | 2,00 | 20% | 1,33 | 13% | 0,33 | 3% |
| <i>Dryopteris remota</i> | Dry rem 14 | A | 16.01.2020 | 1 | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |
| <i>Dryopteris sparsa</i> | Dry spa 943 | A | 07.08.2020 | 1 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |
| <i>Dryopteris subarborea</i> | Dry sub 1111 | A | 16.01.2020 | 3 | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |
| <i>Dryopteris tsushimense</i> | Dry tsus 3368 | A | 07.08.2020 | 1 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,67 | 7% | | | 0,67 | 7% | 0,67 | 7% | 0,33 | 3% |
| <i>Dryopteris villari</i> | Dry vil 50 | S | 07.08.2020 | 0 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |
| <i>Dryopteris wallichiana</i> | Dry wal 1124 | A | 16.01.2020 | 6 | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |
| <i>Cheilantes distans</i> | Chei dis 2018 | A | 16.01.2020 | 2 | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |
| <i>Cheilanthes eatonii</i> | Chei eat 2016 | A | 16.01.2020 | 4 | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |
| <i>Cheilanthes wootonii</i> | Chei woo 2016 | A | 16.01.2020 | 4 | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |
| <i>Notholaena marantae</i> | Not mar 2014 | S | 07.08.2020 | 6 | 0,00 | 0% | 0,33 | 3% | 1,00 | 10% | | | 1,67 | 17% | | | 2,33 | 23% | | | 1,67 | 17% | 2,00 | 20% | 1,00 | 10% |
| <i>Onoclea sensibilis</i> | Ono sen 2019 | S | 16.01.2020 | 1 | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |
| <i>Oreopteris limbosperma</i> | Ore lim 2019 | S | 07.08.2020 | 1 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,67 | 7% | | | 1,67 | 17% | | | 2,00 | 20% | 3,67 | 33% | 3,33 | 33% |
| <i>Pellaea viridis</i> | Pel vir 2018 | A | 16.01.2020 | 2 | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |

| Taxon | Vzorek | ZP | Datum vyšetí | SV | Ar4 | Ar4 (%) | Ar5 | Ar5 (%) | Ar6 | Ar6 (%) | Ar7 | Ar7 (%) | Ar8 | Ar8 (%) | Ar9 | Ar9 (%) | Ar10 | Ar10 (%) | Ar11 | Ar11 (%) | Ar12 | Ar12 (%) | Ar14 | Ar14 (%) | Ar16 | Ar16 (%) |
|--------------------------------|--------------|----|--------------|----|------|---------|------|---------|------|---------|-----|---------|------|---------|-----|---------|------|----------|------|----------|------|----------|------|----------|------|----------|
| <i>Phegopteris connectilis</i> | Phe con 2019 | A | 16.01.2020 | 1 | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |
| <i>Pteris multifida</i> | Pte mul 2018 | A | 26.09.2019 | 1 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |

Příloha 6: Tvorba sporofytů (5. až 16. týden) pro jednotlivé vzorky vyklíčené v rámci kultivačního experimentu této diplomové práce (ZP = způsob reprodukce, A= apomikt, K = kříženec, S = sexuál, SV = stáří výtrusů; S = gametofyty se sporofytem a týden pozorování).

| Taxon | Vzorek | ZP | Datum vyšetí | SV | S5 | S5 (%) | S6 | S6 (%) | S8 | S8 (%) | S9 | S9 (%) | S10 | S10 (%) | S11 | S11 (%) | S12 | S12 (%) | S14 | S14 (%) | S16 | S16 (%) |
|----------------------------------|--------------|----|--------------|----|------|--------|------|--------|------|--------|----|--------|------|---------|-----|---------|------|---------|------|---------|------|---------|
| <i>Adiantum hispidulum</i> | Adi his 2015 | A | 26.09.2019 | 4 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 1,50 | 8% | | | 2,50 | 13% | | | 2,00 | 10% | 3,00 | 15% | 7,50 | 38% |
| <i>Anemia tomentosa</i> | Ane tom 2010 | A | 26.09.2019 | 9 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |
| <i>Asplenium adiantum nigrum</i> | Asp adi 2019 | S | 07.08.2020 | 1 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |
| <i>Asplenium flabellifolium</i> | Asp fla 2019 | A | 26.09.2019 | 1 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,67 | 3% | | | 1,33 | 7% | | | 3,00 | 15% | 3,67 | 18% | 6,67 | 33% |
| <i>Asplenium septentrionale</i> | Asp sep 2020 | S | 07.08.2020 | 0 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |
| <i>Ceratopteris richardii</i> | Cer 2019 | S | 07.08.2020 | 1 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |
| <i>Cyrtomium atropunctatum</i> | Cyr atr 2019 | A | 07.08.2020 | 1 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |
| <i>Cyrtomium falcatum</i> | Cyr fal 2017 | A | 16.01.2020 | 3 | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |

| Taxon | Vzorek | ZP | Datum vysetí | SV | S5 | S5 (%) | S6 | S6 (%) | S8 | S8 (%) | S9 | S9 (%) | S10 | S10 (%) | S11 | S11 (%) | S12 | S12 (%) | S14 | S14 (%) | S16 | S16 (%) |
|-------------------------------|------------------|----|--------------|----|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|---------|------|---------|------|---------|-------|---------|-------|---------|
| <i>Doodia caudata</i> | Doo cau 2004 (2) | S | 17.04.2019 | 1 | | | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |
| <i>Dryopteris ×complexa</i> | Dry com 1 | K | 17.04.2019 | 1 | | | | | | | 0,33 | 2% | 0,67 | 3% | 0,67 | 3% | 0,67 | 3% | 0,67 | 3% | 1,00 | 5% |
| <i>Dryopteris ×complexa</i> | Dry com 6 | K | 26.02.2018 | 2 | | | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,33 | 2% | 8,00 | 40% | 13,00 | 65% |
| <i>Dryopteris ×critica</i> | Dry cri 2019 | K | 26.02.2018 | 0 | 0,00 | 0% | 0,67 | 3% | 2,00 | 10% | | | 4,00 | 20% | | | 4,33 | 22% | 6,67 | 33% | 12,33 | 62% |
| <i>Dryopteris affinis</i> | Dry aff 1 | A | 26.09.2019 | 1 | | | | | | | 1,00 | 5% | 1,33 | 7% | 0,67 | 3% | 1,33 | 7% | 1,33 | 7% | 1,33 | 7% |
| <i>Dryopteris affinis</i> | Dry aff 4 | A | 26.02.2018 | 2 | | | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 1,00 | 5% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |
| <i>Dryopteris bissetiana</i> | Dry biss 1459 | A | 26.09.2019 | 1 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,67 | 3% | | | 0,67 | 3% | | | 0,33 | 2% | 0,33 | 2% | 0,00 | 0% |
| <i>Dryopteris bissetiana</i> | Dry bis 947 | A | 07.08.2020 | 3 | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |
| <i>Dryopteris borrieri</i> | Dry bor 2018 | A | 16.01.2020 | 0 | | | | | | | 2,00 | 10% | 1,67 | 8% | 1,67 | 8% | 2,00 | 10% | 2,67 | 13% | 1,00 | 5% |
| <i>Dryopteris borrieri</i> | Dry bor 2019 | A | 17.04.2019 | 0 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,67 | 3% | | | 1,00 | 5% | | | 3,67 | 20% | 10,00 | 50% | 14,67 | 73% |
| <i>Dryopteris cambrensis</i> | Dry cam 2019 | A | 17.04.2019 | 0 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,67 | 3% | | | 4,67 | 23% | | | 5,00 | 25% | 8,00 | 40% | 11,00 | 55% |
| <i>Dryopteris carthusiana</i> | Dry car 44 | S | 26.09.2019 | 0 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |
| <i>Dryopteris caucasica</i> | Dry cau 28 | S | 17.04.2019 | 1 | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |
| <i>Dryopteris dilatata</i> | Dry dil 2019 | S | 07.08.2020 | 1 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |
| <i>Dryopteris expansa</i> | Dry exp 20 | S | 07.08.2020 | 0 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |

| Taxon | Vzorek | ZP | Datum vysetí | SV | S5 | S5 (%) | S6 | S6 (%) | S8 | S8 (%) | S9 | S9 (%) | S10 | S10 (%) | S11 | S11 (%) | S12 | S12 (%) | S14 | S14 (%) | S16 | S16 (%) |
|-------------------------------|------------------|----|--------------|----|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|---------|------|---------|------|---------|-------|---------|-------|---------|
| <i>Dryopteris filix-mas</i> | Dry fil 2017 (1) | S | 26.02.2018 | 1 | | | | | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |
| <i>Dryopteris filix-mas</i> | Dry fil 2017 (2) | S | 17.04.2019 | 2 | | | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |
| <i>Dryopteris filix-mas</i> | Dry fil 2019 | S | 26.09.2019 | 0 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |
| <i>Dryopteris oreades</i> | Dry ore 32 | S | 16.01.2020 | 1 | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |
| <i>Dryopteris purpurella</i> | Dry pur 3072 | A | 07.08.2020 | 1 | 0,33 | 2% | 0,67 | 3% | 0,33 | 2% | | | 0,33 | 2% | | | 0,33 | 2% | 0,33 | 2% | 0,33 | 2% |
| <i>Dryopteris remota</i> | Dry rem 14 | A | 16.01.2020 | 1 | | | 0,00 | 0% | 0,50 | 3% | | | 0,00 | 0% | | | 0,50 | 3% | 3,50 | 18% | 5,00 | 25% |
| <i>Dryopteris sparsa</i> | Dry spa 943 | A | 07.08.2020 | 1 | 0,67 | 3% | 0,67 | 3% | 1,33 | 7% | | | 0,67 | 3% | | | 0,67 | 3% | 0,33 | 2% | 0,33 | 2% |
| <i>Dryopteris subarborea</i> | Dry sub 1111 | A | 16.01.2020 | 3 | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |
| <i>Dryopteris tsushimense</i> | Dry tsus 3368 | A | 07.08.2020 | 1 | 0,33 | 2% | 1,00 | 5% | 1,00 | 5% | | | 0,67 | 3% | | | 0,33 | 2% | 0,33 | 2% | 0,33 | 2% |
| <i>Dryopteris villari</i> | Dry vil 50 | S | 07.08.2020 | 0 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |
| <i>Dryopteris wallichiana</i> | Dry wal 1124 | A | 16.01.2020 | 6 | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |
| <i>Cheilanthes distans</i> | Chei dis 2018 | A | 16.01.2020 | 2 | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 1,00 | 5% | | | 0,50 | 3% | 1,00 | 5% | 2,50 | 13% |
| <i>Cheilanthes eatonii</i> | Chei eat 2016 | A | 16.01.2020 | 4 | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 2,00 | 10% | | | 5,50 | 28% | 11,00 | 55% | 14,00 | 70% |
| <i>Cheilanthes wootonii</i> | Chei woo 2016 | A | 16.01.2020 | 4 | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 2,00 | 10% | 2,00 | 10% | 4,50 | 23% |

| Taxon | Vzorek | ZP | Datum vysetí | SV | S5 | S5 (%) | S6 | S6 (%) | S8 | S8 (%) | S9 | S9 (%) | S10 | S10 (%) | S11 | S11 (%) | S12 | S12 (%) | S14 | S14 (%) | S16 | S16 (%) |
|--------------------------------|--------------|----|--------------|----|------|--------|------|--------|------|--------|----|--------|------|---------|-----|---------|------|---------|------|---------|------|---------|
| <i>Notholaena marantae</i> | Not mar 2014 | S | 07.08.2020 | 6 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |
| <i>Onoclea sensibilis</i> | Ono sen 2019 | S | 16.01.2020 | 1 | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |
| <i>Oreopteris limbosperma</i> | Ore lim 2019 | S | 07.08.2020 | 1 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% |
| <i>Pellaea viridis</i> | Pel vir 2018 | A | 16.01.2020 | 2 | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 2,00 | 10% | 3,00 | 15% |
| <i>Phegopteris connectilis</i> | Phe con 2019 | A | 16.01.2020 | 1 | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 4,50 | 23% | | | 8,00 | 40% | 8,00 | 40% | 8,50 | 43% |
| <i>Pteris multifida</i> | Pte mul 2018 | A | 26.09.2019 | 1 | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | | | 0,00 | 0% | 0,00 | 0% | 0,33 | 2% |