

Arktida po 25 letech

Norské arktické souostroví **Svalbard** (projekty Botanického ústavu AV ČR a Přírodovědecké fakulty JČU v Českých Budějovicích 1988 – 2010, projekty Masarykovy univerzity v Brně 1980 – 1990) je arktické souostroví, které je spravováno Norským královstvím. Podobně jako v Antarktidě, je Svalbardskou smlouvou umožněno všem státům, které se k ní připojily, zde provádět vědeckou i hospodářskou činnost. Česká republika je signatářem této smlouvy. Z českých přírodovědců zde pracoval především botanik Profesor Emil Hadač.

V 80. letech minulého století na Svalbardu působilo několik československých expedic. Expedice byly organizovány Masarykovou univerzitou v Brně a Slovenskou akademií věd.

V roce 1988 se uskutečnila expedice Československé akademie věd a Krátkého filmu Praha. Expedice se zúčastnili: prof. RNDr. Jiří Komárek DrSc. (BÚ AV ČR, algologie, vedoucí expedice), RNDr. Zdeněk Soldán, CSc. (PřF UK Praha, bryologie), RNDr. Jiří Liška, CSc. (BÚ AV ČR, lichenologie), RNDr. Vlasta Jankovská, CSc. (BÚ AV ČR, palynologie), doc. Ing. Josef Elster, CSc. (BÚ AV ČR, algologie), prof. RNDr. Tibor Sasvari, CSc. (Košická univerzita, geomorfologie, geologie) prof. RNDr. Jozef Terek, CSc. (Prešovská univerzita, hydrobiologie), Michal Střída (Právo, novinář), Milan Maryška (režisér, KF Praha) a Petr Volf (kameraman, KF Praha). Expedice pracovala na několika lokalitách napříč Svalbardem (jihozápadní část středního Svalbardu v okolí ruského hornického městečka Barentsburg – Grönfjorden, Linnédalen, jezero Linné, Kapp Linné, v severní části zátoky Woodfjorden v zátocě Bockfjorden, kde se nacházejí termální prameny, a v oblasti ruského hornického městečka Pyramiden v centrální části Svalbardu v zátocě Billefjorden, Petuniabukta). Výzkum a výroba filmů "Na okraji života" a "Člověk a Špicberky" byl hrazen Československou akademií věd. Na tuto expedici navazoval první grantový projekt podpořený Grantovou agenturou AV ČR č. 60517 „**Adaptace řas na extrémní podmínky – řasové biocenózy v extrémně chladných biotopech**“ řešitele RNDr. Lubomíra Kováčka, CSc.

V období roku 1998 až 2001 pracovali v rámci česko-japonské spolupráce v západní části Svalbardu v oblasti norského vědeckého městečka Ny-Ålesund, Kongsfjorden doc. Ing. Josef Elster, CSc. a RNDr. Klára Řeháková, PhD. na projektu „**Mikrobiální primární sukcese na nově deglaciováných územích Svalbardu**“. Projekt byl sponzorován japonským ministerstvem školství a Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích, řešitelem projektu byl doc. Ing. Josef Elster, CSc.

V letech 2000 až 2002 pracovali na stejné lokalitě doc. Ing. Josef Elster, CSc., RNDr. Klára Řeháková a Mgr. Marek Stibal. Tato výzkumná činnost byla organizována v rámci dvou projektů: grant GA AV ČR č. 6005002 „**Taxonomická a ekologická diverzita sladkovodní a terestrické mikrovegetace (cyanobakterie a řasy) humidních (maritimních) deglaciováných oblastí (Svalbardu a Jižních Shetland)**“, řešitel projektu prof. RNDr. Jiří Komárek, DrSc. a projektu Evropské unie č. LSF-82/2002 „**Diverzita cyanobakterií a řas subglaciálních půd v oblasti Ny-Ålesundu, Svalbard**“, řešitel doc. Ing. Josef Elster, CSc. Tyto projekty byly podporovány také Jihočeskou univerzitou.

Na tento program navazoval další výzkumný projekt (2004 a 2005) zabývající se úlohou cyanobakterií a řas v procesu primární sukcese nově odledněných území. Tohoto projektu v jihozápadní části Svalbardu, v zátocě Hornsund na základně Wroclawské univerzity v blízkosti

polské vědecké stanice Hornsund se zúčastnili doc. Ing. Josef Ester, CSc., RNDr. Klára Řeháková, PhD, Mgr. Marek Stibal a Mgr. Marie Šabacká. Projekt „**Primární sukcese sinic a řas po odlednění - podíl subglaciálních systémů na rekolonizaci, Hornsund, 77 st. s.š.**“ byl financován GA AV ČR č. B6005409, řešitelka RNDr. Klára Řeháková, PhD. Projekt sponzorovala také Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.

Rostlinný ekolog a brněnský rodák, profesor Torontské univerzity v Kanadě prof. Josef Svoboda, PhD. studoval rostliny v extrémním prostředí **vysoké kanadské Arktidy**. Účastnil se více než třiceti expedic a založil stanici Torontské univerzity v **centrální části ostrova Ellesmere ve Sverdrupově průsmyku**.

Ve spolupráci s Torontskou univerzitou (profesor Josef Svoboda, PhD) probíhaly v období 1991 až 1994 ve vysoké kanadské Arktidě na ostrově Ellsmere dva projekty: „**Primární sukcese na odledněných morénách na ostrově Ellsmere**“ řešitel prof. Josef Svoboda, PhD, sponzorovaný Kanadským národním vědeckým koncilem č. OGP0009897 a projekt „**Adaptace řas na extrémní podmínky, biocenózy řas chladných biotopů**“, řešitel doc. Ing. Josef Elster, CSc., sponzorovaný GA ČR č. 204/93/1177.

V současné době (2007 až 2011) probíhají dva vědecké projekty „**Produkce dormantních stádií a stresová rezistence polárních cyanobakterií a řas**“, řešitele doc. Ing. Josef Elster, CSc., sponzorován MŠMT č. KONTAKT ME 934 a interdisciplinární projekt „**Biologická a klimatická diverzita centrální části Svalbardu**“, řešitel doc. Ing. Josef Elster, CSc. a spoluředitelé doc. RNDr. Jitka Klimešová, CSc. a prof. RNDr. Pavel Prošek, CSc. podporovaný MŠMT č. INGO LA 341. Na řešení tohoto interdisciplinárního projektu se podílejí Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Botanický ústav AV ČR v Třeboni a Masarykova univerzita v Brně. Cílem tohoto projektu je interdisciplinární výzkum centrální části Svalbardu.

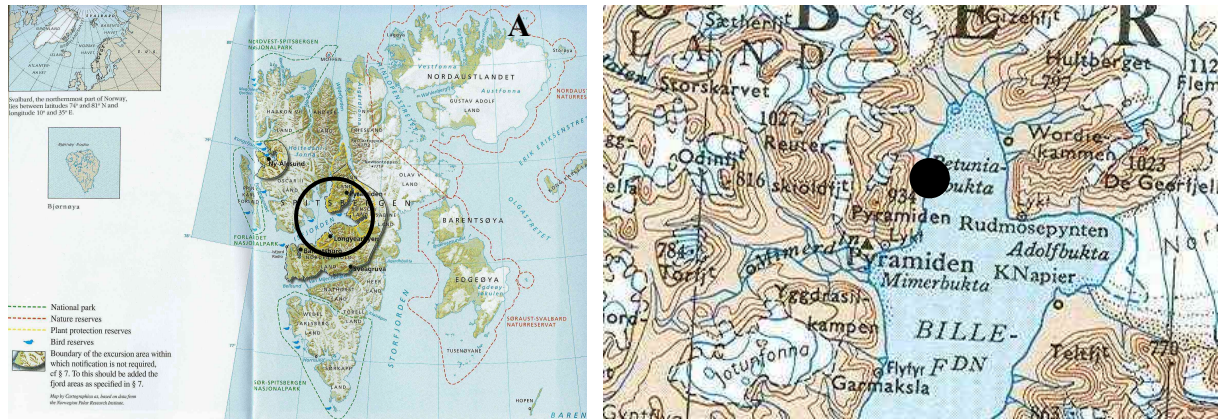
Biologická a klimatická diverzita centrální části arktického souostroví Svalbard je interdisciplinární (biologie a klimatologie) výzkumný projekt, který je součástí velkého mezinárodního projektu (Network for ARctic Climate and Biological DIVERsity Studies (ARCDIV)). Mezinárodní projekt výzkumu biologické a klimatické diverzity Arktidy je jeden s dílčích úkolů výzkumu polárních oblastí v rámci programu Mezinárodního polárního roku (International Polar Year IPY 2007 – 2008). Mezinárodní program výzkumu biologické a klimatické diverzity koordinuje Norský polární institut.

Česká část projektu velmi dobře zapadá do dlouhodobého konceptu zapojování odborníků do řešení problematiky výzkumu polárních oblastí. Tento výzkumný směr byl akceptován Českou republikou v souvislosti s uzavřením smlouvy Evropské unie v článku 169, v němž se ČR zavázala sdružovat národní prostředky na aktivity spojené s programem EUROPOLAR.

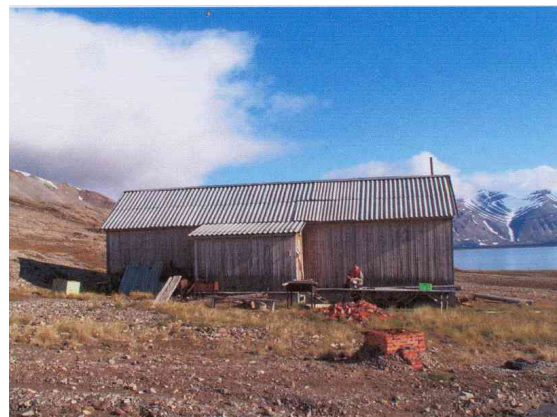
Norský polární institut nabídl České republice možnost zapůjčení některé z malých terénních základen v centrální části Svalbardu. Norsko a ostatní členové projektu ARCDIV budou pracovat v jiných částech Arktidy, za použití podobných nebo stejných metodických přístupů. Tak vznikne síť informací napříč arktickou oblastí, což umožní zpřesnit naše odhady o probíhajících klimatických změnách a reakce bioty na tyto změny. Mezinárodní tým projektu ARCDIV bude participovat na české části a členové našeho týmu naopak mohou participovat na částech projektů napříč Arktidou.

Botanický ústav AV ČR a Jihočeská univerzita společně sdružily prostředky a vyslaly v roce 2006 dva pracovníky (Ing. Aloise Suchánka – vedoucího konstruktéra a

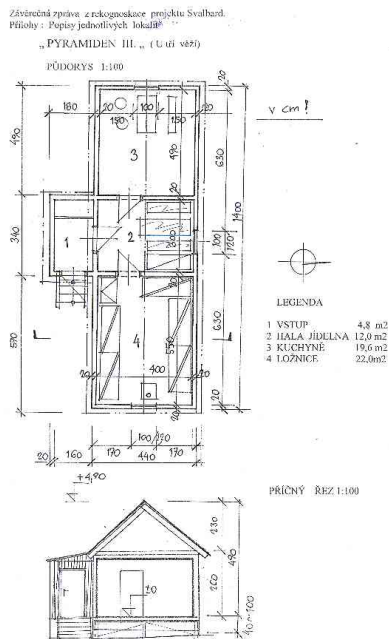
stavbyvedoucího České antarktické stanice a Doc. RNDr. Olega Ditricha, CSc. - vedoucího vědeckého pracovníka) do navržené oblasti Svalbardu. Skupina navštívila dvě navržená území v centrální části Svalbardu, zátoky Grönfjorden a Billefjorden (viz. mapa A) a provedla technický popis šesti terénních základů, které jsou nabízeny pro využití v rámci projektu. Současně vypracovala popis okolí základů vzhledem k výhodnosti řešení projektu. Na základě tohoto popisu jsme vybrali pro účely projektu nejvýhodnější objekt a lokalitu (neoficiální název terénní stanice „Tři věže“), která se nachází v zátocce Billefjorden, konkrétně na západním břehu Petuniabukta (zeměpisné koordináty: 78°40' 010''N, 16°24'240'') (viz mapka B).



Tato chata je asi 15 min plavby od přístavu v opuštěném městečku Pyramiden, asi 50 m od břehu, cca ve výšce 2-3 m n.m. V případě nutnosti je toto místo přístupné i starou cestou z přístavu v Pyramiden. Navržená lokalita pokrývá různorodý terén s vysokou biologickou diverzitou zahrnující všechny dostupné lokální ekosystémy (ledovce, sněžná pole, suché lokality připomínající arktické pouště či polopouště, deglaciovaná území, různé typy podmáčených stanovišť s bohatě vyvinutými rostlinnými společenstvy, až po mělké mokřadní ekosystémy). Místo má příhodnou polohu pro provádění výjezdů malou plavební technikou podél celého západního břehu Petuniabukty, což je podmínkou pro provádění výzkumu mořského litorálu. Chata má rozměry 4,3 x 14 x 5,5 m. Má obdélníkový půdorys s boční přístavbou vstupu – předsíně. Konstrukce je celodřevěná, založená na sloupkovém pilotovém systému. Střecha objektu je sedlová, krytina z vlnitého eternitu, v dobrém stavu. (viz. foto objektu).



Dispozičně je objekt rozdělen na tři vnitřní místnosti a předsň, přičemž se vstupuje do střední místnosti sloužící jako jídelna (viz technický náčrt objektu).



Vlevo od vstupu je místnost sloužící jako kuchyňka, vpravo je vstup do ložnice, ve které je 10 lůžek v 5 dvojitých palandách (viz fotografie interiéru). Ložnice je vytápěna kamny na uhlí. Vnitřní vybavení sestává z několika dřevěných masivních lavic a stolů, jedné skříně a paland. Z uvedených informací vyplývá, že je možno připravit stanici pro potřeby projektu jen s minimálními náklady.

Cílem předloženého projektu je studium biologické a klimatické diverzity centrální části souostroví Svalbard a nalezení vztahu mezi diverzitou-produktivitou a klimatickými-mikroklimatickými faktory prostředí. Bude provedena detailní studie terestrického ekosystému z hlediska mikrobiální (cyanobakterie a řasy) a rostlinné diverzity (mechorosty a cévnaté rostliny) a produktivity. Současně budou na vybraných lokalitách měřeny klimatické a mikroklimatické faktory ovlivňující diverzitu a produktivitu. Zvláštní pozornost bude věnována především vztahům mezi distribucí tepla a existencí dočasných či trvalých sněhových polí, procesům vymrzání a opětovného tání, studiu mikroklimatu aktivní vrstvy a obsahu dostupné vody a chemismu substrátu ve vztahu k biologické diverzitě a produktivitě. Současně bude věnována pozornost tokům energie, mikroklimatu a toku minerálních živin na vybraných stanovištích zájmového území. Výsledkem výzkumu bude odhad nároků studovaných ekosystémů na energetický a nutriční potenciál prostředí a objasnění funkce živých systémů z hlediska radiační a tepelné energie, vody a živin ve vybraných ekosystémech. Studium diverzity/produktivity ve vztahu ke konkrétním klimatickým/mikroklimatickým faktorům má na Svalbardu a v některých částech Antarktidy českou tradici, především ve spolupráci botaniků Přírodovědecké fakulty Jihočeské univerzity, Botanického ústavu AV ČR a klimatologů-rostlinných fyziologů Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity.

Mořská biota budou studována na přilehlém mořském šelfu, bude popsána diverzita živočichů napříč systémem včetně studia možných fylogenetických vztahů vybraných skupin. Komplexita ekosystému bude hodnocena na základě rybích parazitů a jejich životních cyklů. Některé vybrané skupiny organismů (cyanobakterie a rybí parazité a jejich mezipřehostitelé) budou studovány také na molekulární úrovni.

Hlavní témata výzkumu:

- Studium biologické diverzity a produktivity ve vybraných biotopech.
- Studium klimatických a ekologických faktorů ovlivňujících diverzitu a produktivitu vybraných biotopů.
- Studium litorálních společenstev a vztahů mezi hostiteli, mezihostiteli a parazity.
- Výsledky studia budou také hodnoceny v souvislosti s ostatními arktickými oblastmi v rámci mezinárodního projektu ARCDIV.

Materiál a metody řešení projektu

V první experimentální sezóně bude připravena výzkumná stanice a skladovací prostory. Na tuto část bude navazovat popis studované lokality s vypracováním vegetační mapy s vyznačením hlavních vegetačních jednotek zájmového území. Současně bude provedena studie diverzity cyanobakterií a řas zájmového území, společně s izolací experimentálních kmenů.

Rozšíření vegetace na zájmovém území bude zmapováno v průběhu první expedice. Na základě vzniklé mapy budou vybrány studijní plochy pro soustavné ekologické studium. Studijní plochy budou zvoleny podle sukcesního stupně vývoje vegetace, od nově deglaciovaneho území až po zapojená klimaxová stádia. Tento transekt bude vybrán tak, aby zahrnoval všechny dostupné rostlinné asociace. Na studijních plochách o velikosti 5 x 5 m bude proveden rozbor rostlinných společenstev a budou instalovány datalogery pro záznam hlavních mikroklimatických parametrů. Současně budou z těchto lokalit odebrány vzorky na fyzikálně chemické rozborů substrátu či vody. Na zvolených experimentálních lokalitách bude provedena druhová determinace cévnatých rostlin a mechorostů a současně bude proveden odhad jejich pokryvnosti kombinovanou metodou Braun-Blanquet (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974). Kromě toho bude odhadnuta struktura povrchu substrátu (procento studijních ploch pokryté pískem o velikosti < 0,4 cm, štěrkem 0,5-5 cm a kameny o průměru < 5 cm) a sklon stanoviště. Hloubka aktivní vrstvy bude měřena nahodile na každé zvolené studijní lokalitě. Z půdních vzorků odebraných z každé studijní lokality bude analyzován obsah volné vody (gravimetricky) a obsah organických látek. Mikroklimatické parametry půdy, především teplota, vlhkost půdy a teplota vzduchu bude monitorována instalovanými datalogery.

Cyanobakterie a řasy

Půdní cyanobakterie a řasy budou studovány se speciálním zřetelem na složení a pokryvnost rostlinných společenstev (mechorosty a cévnaté rostliny) a současně se zřetelem na strukturu a biomasu jejich kořenových systémů. Půdní vzorky na analýzu četnosti a diverzity půdních cyanobakterií a řas budou sbírány ze všech vybraných experimentálních lokalit v různých vzdálenostech od rostlin (0, 5, 10, 20, 50 cm). Bude sbírána vrstva půdy od povrchu do maximální hloubky kořenů rostlin. Vzorky budou zamrazeny a dopraveny do ČR. Bude provedena kvalitativní a kvantitativní analýza přítomnosti cyanobakterií a řas (druhové složení, četnost a mokrá biomasa – biovolume). Na druhovou determinaci bude použita metoda pěstování cyanobakterií a řas na agarových plotnách (např. Elster et al. 1999). Kvantifikace bude provedena pomocí fluorescenční mikroskopie (např. Kaštovská et al. 2005). Množství buněk a jejich mokrá biomasa bude přepočítána na gram suché půdy.

Mokřadní cyanobakterie a řasy budou studovány pomocí sítěk instalovaných do vybraných částí mokřadů. Tyto sítěky budou v určitých časových intervalech po nárůstu

biomasy sbírány a vyměňovány. Na síťkách bude měřena druhová diverzita, mokrá biomasa (biovolume - Vollenweider, 1969, Nedoma et al., 2001), bezpopelná sušina, chlorofyl *a* (Kubečková et al. 2002, Elster & Komárek 2002) a fluorescence (Kautsky & Hirsch, 1934). Na měření fluorescence bude použit FluorCam 700 MF, verze 3.013 (PSI Brno). Minimální (F_0) a maximální (F_M) fluorescenční výtěžek fotosyntézy a následně maximální variabilní fluorescenční výtěžek ($F_v = F_M - F_0$) bude odhadnut pro objem narostlé biomasy. Současně bude odhadnut maximální výtěžek kvant fotosystémů PSII ($= F_v / F_M$). Naměřené hodnoty budou přepočítány na 1 cm^2 povrchu sítěk a budou použity k hodnocení relativní primární produkce, nebo k vyjádření fyziologického stavu společenstev sinic a řas. Většina těchto analýz bude prováděna přímo na terénní stanici.

Molekulární metody – z vybraných půdních a mokřadních vzorků budou izolovány kmeny cyanobakterií. Zaměříme se především na druhy, které se pravděpodobně vyskytují i v mírném pásmu a které se obtížně determinují na základě morfologických znaků. Jedná se většinou o druhy ekologicky velmi významné. Půjde především o jednoduché vláknité formy z rodů *Phormidium*, *Leptolyngbya*, *Schizothrix*, *Microcoleus* a *Oscillatoria*. Vybrané kmeny budou hodnoceny podle fenotypových včetně ultrastrukturálních a genotypových parametrů. Bude provedena extrakce DNA s následnou sekvenací vybraných úseků (16S rRNA). Celková cyanobakteriální DNA bude přečištěna pomocí komerčně dostupného kitu (Qiagen) a amplifikována za použití univerzálního 16S rRNA primeru (Taton et al. 2003, Abed et al. 2002, Nubel et al. 1997). PCR amplifikace bude provedena na GENEAMP 9600 teplotním cykleru (Applied Biosystems). Přečištěná DNA bude rozdělena pomocí DGGE metody (Garcia-Pichel et al. 2001). Pro jednotlivé kmeny specifická DNA bude vyextrahovaná za pomoci Qiaex kitu (Qiagen). Dále bude DNA použita na sekvenování na AB 3100 genetickém analyzátoru (Applied Biosystems). Získané sekvence DNA budou porovnány s daty uloženými v genové bance (GenBank Molecular Databases – Kumar et al. 2004). Tento přístup ke studiu diverzity cyanobakterií nám pomůže poodhalit, zda izolované kmeny jsou specifické pro konkrétní geografickou polohu, nebo se jedná o genomy rozšířené v celé biosféře.

Cévnaté rostliny a mechorosty

Primární produkce bude studována jako akumulace biomasy ve vrcholu vegetační sezóny a bude zahrnovat také podzemní části rostlin. Pro vyhodnocení ročního přírůstku vytrvalých rostlin budou využity morfologické metody. Pro měření primární produkce mechů bude použita barvicí metoda. Pro stanovení rychlosti dekompozice mechů a cévnatých rostlin bude opad uzavřený do síťových sáček a exponován po různou dobu v jednotlivých rostlinných společenstvech a posléze bude stanoven úbytek hmotnosti vzorku.

Rostlinný materiál pro zjištění **zásob uhlíku a živin** bude sbírán na konci vegetační sezóny. Schopnost ukládat uhlík, fosfor a dusík je důležitá vlastnost rostlin, umožňující přežití v nepříznivých podmínkách. Zásobní orgány vybraných druhů budou kvantitativně odebrány a očištěny, jejich čerstvá hmotnost bude stanovena v terénu a vzorky budou vysušeny ke zpracování v laboratoři Botanického ústavu v Třeboni. Zde budou vzorky zváženy a namlety, po homogenizaci budou rozděleny na tři podvzorky. První část bude použita pro analýzu fruktanů, druhá pro analýzu škrobu a cukrů rozpustných v etanolu (sacharóza, fruktóza a glukóza) a třetí část pro stanovení dusíku a fosforu. Fruktany a škrob budou stanoveny standardní procedurou (Megazine Co.). Rozpustné cukry budou stanoveny metodou kapalinové chromatografie (HPLC).

Funkční vlastnosti rostlin budou stanovovány pro zástupce různých růstových forem, přičemž budou zjišťovány takové vlastnosti, které jsou snadno zjistitelné pro velké množství druhů a jsou proveditelné i v náročných terénních podmínkách. Budou zjišťovány následující ekologicky důležité vlastnosti: (1) specifická hmotnost listů (SLA), která představuje

fotosyntetickou plochu listu dělenou sušinou listu a má vztah k čistému výtěžku fotosyntézy (Reich et al. 1992) a k relativní rychlosti růstu (RGR, Poorter and Garnier 1999); (2) obsah sušiny v listu (LDMC), jako přiblížení se k hustotě listové tkáně, která má vztah k zadržování živin listem (Poorter and Garnier 1999); (3) obsah dusíku v listu (LNC), který silně koreluje s obsahem na dusík bohatých sloučenin v listu (zvláště RuBP karboxyláza a chlorofyl); a (4) výška rostliny. Tyto funkční vlastnosti budou zjišťovány pro jednotlivá prostředí (půdní mikroklima, obsah živin v půdě, zrnitost půdy apod.).

Stresová fyziologie poikilohydrických autotrofů

Měření fotosyntetických procesů vybraných reprezentativních zástupců autotrofů (typické modelové vyšší rostliny, mechy, lišejníky a řasy dominantní na studované lokalitě) budou uskutečňována jak v terénu, tak v laboratoři v řízených podmínkách. Primární procesy fotosyntézy budou v terénu uskutečňovány pomocí fluorometrických metod (fluorometry OS-FL1 fluorometer – *OptiScience USA*, HFC-010 fluorometer – *Photon Systems Instruments, CZ*) a rovněž bude stanovena rychlost čisté fotosyntézy gazometricky měřením rychlosti fixace CO₂ (EGM-02 CO₂ analyzer – *PPS, U.K.*). Tato *in situ* měření budou probíhat za přirozené proměnlivosti mikroklimatických faktorů prostředí se zvláštním zřetelem na extrémní situace (nízká teplota, zmrznutí, fotoinhibiční hodnoty záření, částečná dehydratace poikilohydrických organismů).

Mikroklimatické údaje budou na vytyčených výzkumných ploškách měřeny pomocí sad teplotních, vlhkostních a radiačních čidel. Budou využity záznamové datové ústředny MiniCube VV/VX (*EMS, CZ*) vybavené Cu-Co termočláanky a logger Li-1600 (*Li-Cor, USA*). Mikroklimatická data budou sloužit pro identifikaci hlavního řídicího faktoru, který nejvíce limituje fotosyntézu a produkci těchto autotrofů. Vzorky po převezení do laboratoří Oddělení fyziologie a anatomie rostlin PřF MU Brno budou za laboratorních podmínek vystaveny řízeným hodnotám fyzikálních faktorů prostředí s cílem nalézt optimum a kritické hodnoty teploty, ozářenosti a vlhkosti (pomocí gradientového kultivátoru LABIO, CZ). Senzitivita vůči fotoinhibici bude u modelového druhu poikilohydrického autotrofa měřena fluorometricky (PAM-2000, *H. Walz, Německo*). Fotoprotektivní mechanismy aktivované ve fotosyntetickém aparátu vysokými hodnotami záření (konverze pigmentů xantofylového cyklu, redoxní stav glutathionu, obsah tokoferolu) budou kvantifikovány spektrofotometricky (UV-1601, *Shimadzu, Japan*) a chromatograficky (HPLC Waters, *USA*). Kapacita těchto mechanismů bude vztažena k řídicímu faktoru (množství záření a délka trvání fotoinhibičního stresu) spolu s interagujícím faktorem (nízká teplota)

Klimatické a fyzikálně-chemické parametry studovaných lokalit

Na dvou modelových stanovištích zájmového území budou zřízeny automatické mikroklimatické stanice, které budou vybaveny senzory pro měření půdní teploty, objemové vlhkosti (Campbell Consulting, *USA*) a vodního potenciálu půdy (Delmhorst Instrument, *USA*). Současně bude na těchto stanovištích registrována povrchová teplota vegetačního krytu pomocí infra-teploměru OS-36 (Omega, *USA*) společně s teplotou a relativní vlhkostí nad povrchem půdy (EMS33, EMS, *CZ*). Hlavní jednotkou těchto stanic bude měřicí ústředna Modulog 02029 (EMS, *CZ*). Půdní senzory budou instalované do hloubek 5, 15, 30 a 60 cm. Naměřené údaje budou zaznamenávány s časovým krokem 30 minut. Obě stanice budou v provozu od začátku vegetačního období roku 2007 do konce vegetačního období 2010. Kromě těchto dvou stanic bude na studijní lokalitě umístěna kompletní automatická meteorologická stanice, která bude zaznamenávat intenzitu celkového slunečního záření (CM6, Kipp-Zonen, *Holandsko*), tlak vzduchu, teplotu a vlhkost vzduchu (HMP45, Vaisala, *Finsko*),

teplotu půdy, rychlost a směr větru (05305, Young, USA) a množství srážek (SR03, Fiedler, CZ). Tato automatická meteorologická stanice je předepsaná jako nutná součást projektu. Získaná data budou poskytována koordinátorovi projektu ARCTDIV a současně budou nezbytná pro vyhodnocování výsledků z automatických stanic umístěných na vybraných lokalitách. Fyzikálně-chemické parametry půdy – teplota, pH, konduktivita; celkový N, C, P, Ca, Mg, Na, K, zrnitost půdy a vody - $\text{NH}_4\text{-N}$; $\text{NO}_3\text{-N}$; DIN, DRP, DIN:DRP; konduktivita, teplota, pH, alkalinita, CO_2 , HCO_3^- , CO_3^- budou analyzovány částečně na stanici a některé vzorky budou dopravovány do ČR, kde budou analyzovány v laboratoři Botanického ústavu.

Litorální rybí fauna – diverzita a ekologie

Výzkum začne zmapováním diverzity litorální rybí fauny daného území, popřípadě v přilehlých oblastech. Kandidátními skupinami ryb jsou zejména Scorpaeniformes (Agonidae, Cottidae, Cyclopteridae, Sebastidae), Gadiformes (Gadidae, Lotidae), Rajiformes (Rajidae), Osmeriformes (Argentinidae), a Zoarcidae a Anarhichadidae z řádu Perciformes. Jde o typické studenovodní ryby arktických moří. V dalším výzkumu se pokusíme objasnit důvody, proč je litorální rybí fauna Svalbardu chudá – co do počtu druhů a zaměříme se na otázky, zda je diverzita spjata se zaledněním a jak se liší ichtyofauna odledněného území od ichtyofauny zaledněných částí ostrova. Další změny, pro které naše sledování bude dobrým referenčním bodem, lze očekávat se změnami klimatu. Další výzkum bude zaměřen na interakci litorálních ryb se zbytkem litorálního ekosystému. Popíšeme životní strategie jednotlivých druhů a vyšších taxonomických skupin a jejich schopnosti disperze. Materiál pro výzkum bude získáván jak lovem do sítí a na návnadu, tak přímo při přístrojovém potápění. To umožní i fotografování ryb v jejich přirozeném prostředí. Ryby budou dále determinovány a katalogizovány. Životní strategie jednotlivých druhů bude posuzována na základě morfologie, obsahu trávicí soustavy a preferovaných biotopů. Disperzní schopnosti bude možné studovat také na základě odebraných vzorků tkáně metodami molekulární biologie.

Diverzita a životní cykly rybích motolic a jejich meziphostitelů (měkkýšů)

Dospělé motolice budou získány úplnou parazitologickou pitvou ryb, budou fixovány, barveny, měřeny a jejich morfologie bude podrobně popsána a zdokumentována. Navíc z části materiálu bude izolována DNA. Potenciální meziphostitelé budou sbíráni v litorálu za pomoci přístrojového potápění v hloubkách do 40 m a budou vyšetřováni standardními metodami (vyplouvání, pitva). Cerkárie a další larvální stádia budou fixovány, barveny a jejich morfologie bude dokumentována zaživa i na fixovaném materiálu. Část získaného materiálu opět poslouží k izolaci DNA. V experimentech se pokusíme prostudovat kompletní životní cykly aspoň u části nalezených druhů; většina larválních stádií však bude pravděpodobně identifikována s dospělci na základě shodných sekvencí DNA vybraných genů (malá a velká podjednotka ribozomální RNA atd.). Získaná molekulární data umožní konstrukci fylogenetických stromů motolic, jejich rybích hostitelů a meziphostitelů (měkkýši popř. další bezobratlí). Tyto výsledky nám umožní testovat hypotézu koevoluce parazitů s jejich hostiteli v arktických podmínkách.

Předpokládané výsledky

Česká část projektu „Biologická a klimatická diverzita centrální části arktického souostroví Svalbard“ je součástí celoarktického výzkumného programu (ARCDIV) zaměřeného na posouzení změn biologických a klimatických ukazatelů, ke kterým dochází v souvislosti s globálními oteplováním. Řešení projektu umožní založit referenční místo v centrální části Svalbardu, za které bude odpovědná Česká republika. Tím se ČR zapojí do řešení otázek spojených s globálními klimatickými změnami v arktické oblasti. Tak vznikne možnost dlouhodobého českého výzkumu centrální části Svalbardu a současně to ČR umožní

začlenit se do celosvětových a evropských struktur studujících klimatické změny arktické oblasti. Na projektu se bude podílet celá řada mladých pracovníků a studentů, což umožní jejich zapojení do výzkumu arktické oblasti. Domníváme se, že účast v tomto programu je významný krok, který zvýší prestiž české vědy jak na evropské, tak celosvětové úrovni. Projekt a jeho metodické přístupy také přinesou nové pohledy na řešení problematiky klimatických změn. Výsledky získané českými odborníky se stanou částí mezinárodní databáze mapující klimatické změny, ke kterým dochází v arktické oblasti. Pozvání k participaci na tomto projektu jsme získali díky vědeckým oborům, které mají tradičně dobrou pověst ve výzkumu polárních oblastí.

Hlavní přínosy českého projektu:

- Přispějeme výsledky do mezinárodní databáze. Výsledky budou pocházet ze zátoky Billefjorden ze západního břehu Petuniabukta 78°40' 010''N, 16°24'240'', Isfjorden, centrální části Svalbardu, která byla navržena koordinátorem ARCDIV projektu.
- Přispějeme k vytvoření a k validaci metodického protokolu, který bude standardizovat dlouhodobý monitoring biologických a klimatických parametrů v Arktidě.
- Přispějeme k vývoji modelu chování arktické přírody v souvislosti s klimatickými změnami.
- Přispějeme k mapování biologické (mikrobiální, rostlinné a živočišné) a klimatické diverzity arktické oblasti.
- Studiem diverzity molekulárně biologickými metodami přispějeme k vyhledávání druhů, které jsou adaptované na arktické podmínky (adaptace na nízké teploty).
- Přispějeme k poznání diverzity a ekologie litorálních ryb a současně k poznání diverzity jejich parazitů (motolice a jejich mezihostitelé měkkýši).
- Přispějeme do informačních stránek projektu ARCDIV (www.arctiv.net), kde budou popsány veškeré vědecké aktivity prováděné českými odborníky.
- Na projektu bude spolupracovat celá řada mladých pracovníků a studentů.
- Budeme participovat na zpracování a publikování výsledků v rámci celého projektu ARCDIV. Předpokládá se, že vznikne celá řada vědeckých článků, včetně monografie. České aktivity budou také prezentovány ve sdělovacích prostředcích. Plánujeme, že ve spolupráci s Krátkým filmem a.s. pomůžeme připravit film o přírodě Svalbardu.

sestavil

doc. Ing. Josef Ester, CSc

Botanický ústav AV ČR &

Přírodovědecká fakulta

Jihočeská univerzita