

Komentáře ke slajdům předmětu "Mořská vegetace"

Téma "studená temperátní zóna severní polokoule"

- studená temperátní zóna v mořských pobřežních ekosystémech odpovídá zóně boreální v terestrických ekosystémech, tedy jsou to chladnomilné ekosystémy typické výraznou zimní sezónou, v mořích ovšem **bez zimního zamrzání** a relativně krátkou letní vegetační sezónou
- v terestrickém prostředí je emblematickým ekosystémem jehličnatý boreální les (tajga), v mořském pobřeží je to chalužový kelpový les

1

- geografický rozsah tohoto ekoregionu:
- v severním Atlantiku je zřejmý rozdíl v rozsahu na západním a východním pobřeží (spodní obrázek: provincie č. 2 na evropském pobřeží vs. č. 5 na pobřeží americkém)
- severní hranicí v Evropě je nejsevernější pobřeží Skandinávie a poloostrova Kola, v severní Americe je to severní pobřeží Newfoundlandu
- jižní hranicí je v Evropě přechodná zóna mezi západním Irskem a Bretaňským poloostrovem, v severní Americe je to oblast pobřeží s měkkým substrátem (a tedy malou diverzitou makroskopické vegetace) v Severní a Jižní Karolíně
- v severním Pacifiku (provincie č. 10) je severní hranicí řetě Aleutských ostrovů, jižní hranicí sever poloostrova Baja California (tedy to je již v Mexiku)

2

- jsou to teplotní hranice (viz tabulky a čísla v prezentaci MV_01) a jejich určujícím faktorem jsou mořské proudy, teplý Norský proud posouvá severní hranici v Evropě až daleko za polární kruh, naopak studený proud Labradorský posouvá jižní hranici na východním pobřeží USA až aleko na jih (teplý Golfský proud tu teče příliš daleko od pobřeží a makrořasovou zónu neovlivňuje)
- stejně tak studený Kalifornský proud posouvá tuto studenou temperátní zónu v severním Pacifiku na americkém pobřeží až daleko na jih (do oblastí, kde na souši jsou subtropické polopouště)

3

- tady ten kontrastní vliv proudění vidíme na minimálních zimních teplotách v severním Atlantiku

4

- tady je to rozdělení oblastní v severním Atlantiku vidět ještě jednou
- vše v západní Evropě jižně od Irska/Bretaně patří už do jižní temperátní zóny
- nicméně tato hranice je dost graduální a částečně jen arbitrární

5

- při glaciálně/interglaciálních fluktuacích v posledních cca 700 tisíc let (pleistocén) se vegetace v Atlantiku posouvala nahoru a dolů podél Evropy/Afriky a severní/střední Ameriky bez podstatnějších extinkcí, při poledním glaciálu byla studená temperátní společenstva v oblasti jižního Španělska a severozápadní Afriky

6

- tady je právě vidět relativní graduálnost těch přechodů (ve druhovém složení) mezi jednotlivými provinciemi
- lépe než druhové složení ovšem provincie/ekoregiony definuje fyziognomie, resp. dominantní formy řasové vegetace

7

- diverzita ve všech třech skupinách klesá od rovníku k pólům, u ruduch je nicméně gradient nejsilnější
- proto je v tropech poměr v diverzitě R (ruduchy) : B (chaluhy) větší než 3, a postupně klesá a je víceméně 1 v chladných a polárních oblastech

8

- tenhle obrázek z Lünunga ukazuje podobnosti v druhovém složení společenstva jejich diverzitě napříč východním Atlantikem
- počet druhů jasně klesá a je také vidět onen přechod mezi západním Irskem a oblastmi dále na sever, to je ona hranice mezi teplou a studenou temperátní oblastí; v podstatě je to hranice mezi studenou oblastí dominovanou kelpovými lesy a teplejšími regiony, kde se kelpové druhy ještě vyskytují, ale většinou netvoří dominantní "lesní" porost

9-13

- obrázky ilustrující rozšíření některých klíčových či typických druhů, které jsou hojné ve studené temperátní zóně
- spousta druhů je **cirkumboreální** (*A. esculenta*, *F. distichus*, *D. foeniculaceus*, *C. filum*), předpokládá se, že většina z nich má původ v Pacifiku a přešly do Atlantiku přes severní Kanadu v relativně teplém Miocénu/Pliocénu
- *F. distichus* a *S. latissima* jsou příklady druhů, které jsou hojné jak v studené temperátní, tak i v arktické oblasti, naopak *A. nodosum* nebo *F. vesiculosus* striktně v Arktidě nejsou (nesnesou zimní zamrzání)
- několik důležitých druhů jsou druhy v Atlantiku vzniklé a v Atlantiku se drží (*A. nodosum*, *L. digitata*, *F. vesiculosus*, *F. serratus*, *C. crispus*)
- jižní hranice u spousty těchto druhů jde v západní Evropě až do teplé temperátní oblasti (je to ta graduální přechodná oblast)
- je jen relativně málo druhů, které jsou omezeny na evropské pobřeží Atlantiku a nedostaly se do Ameriky (jednou z výjimek je *H. elongata*); je to proto, že přes Shetlandy, Faerské ostrovy, Island a jižní Grónsko se druhům na evolučním měřítku docela dobře migrovalo [nikoli přes Azory, ty jsou příliš na jihu a od Ameriky odděleny prouděním]

14

- v Atlantiku jsou samozřejmě extrémní tidální pohyby, jsou to jedny z nejvíce tidálních oblastí oceánu
- vertikální zonace je tedy extrémně výrazná
- jsou to v zásadě čtyři zóny: supralitorál, intertidál, svrchní/střední sublitorál, spodní sublitorál - to jsou ty čtyři obrázky pod sebou

15

- v supralitorálu (dostřiková zóna) studené temperátní oblasti je typické společenstvo řádu Prasiolales, tedy zelených řas, které patří do Trebouxiophyceae a přišly sem ze souše (z evolučního hlediska); s ulvofytními makrořasami níže ve vodě mají jen málo společného

16

- intertidál je druhově bohatý (absence ledové disturbance - ice scouring); vertikální zonace je extrémní, druhy se střídají v pravidelném pořadí, je to až neuvěřitelné, když to člověk například v Irsku nebo Skotsku na skalnatých útesech při odlivu vidí
- úplně nahoře je směs ulvy a (zejména) *Pelvetia canaliculata*, pozoruhodná fukoidní chaluha, pod ní začíná *Fucus spiralis*, tedy *Fucus*, který leze nejdál z vody (a jde taky geograficky nejdále na jih),
- pak je ve střední oblasti intertidálu zóna postupné dominance *A. nodosum*, *F. vesiculosus* a *F. serratus*
- pak už je oblast, která je při odlivu obnažena jen kratší dobu, objevuje se *Porphyra*, *C. crispus* a *Palmaria*
- pod nimi, skoro pořád ve vodě, obnaženy jen při nejnižším odlivu, začínají už první kelpové druhy (*S. latissima* a samozřejmě pak laminárie)
- je to fakt dobrý a až se ve svobodnější post-virové budoucnosti dostanete do západní Evropy k Atlantiku, nenechte si tam tohle společenstvo při odlivu ujít!

17

- krásná *Pelvetia*, skoro pořád nad vodou, channelled wrack

18

- dvě trošku méně známé, ale hojné a snadno poznatelné evropské intertidální atlantické ruduchy

19

- fukusový belt má v rámci intertidálu jasnou vertikální sekvenci
- v Baltu (který je brakickým appendixem severního Atlantiku), je zjednodušen na tři druhy (jeden z nich ovšem endemický) a posunut do sublitorálu

20

- tady je vidět, jak fyziologické adaptace jednotlivých druhů k vysychacímu stresu reflektují jejich pozici na vertikálním gradientu
- nojo, to se není co divit, že jo

21

- ale tím hlavním, co studený severní Atlantik z hlediska mořské vegetace definuje, je lamináriový kelpový les
- je to fascinující přírodní společenstvo, málokdo ho na vlastní oči viděl, ale přitom je to jeden nejpozoruhodnějších vegetačních útvarů na planetě; vegetace dominovaná stramenopilními obřimi "protisty"
- kromě toho je tam samozřejmě spousta podrostu a epifytů
- je to společenstvo primárně sublitorální, je třeba se k němu potopit nebo nakouknout do vody

22

- struktura kelpového lesa, korunní vrstva, podrost, kalcifikované nebo vláknité řasy na dně (jakoby obdoba mechového patra v terestrickém lese)

23

- připomínám, že evoluční původ laminariálních kelpových řas je v severním Pacifiku, to jasně ukazují počty druhů i fylogenetická struktura celého řádu
- podrobně se o tom ale povídá na chaluhových přednáškách v rámci "Algologie I"

24

- globální struktura kelpů ale hlavně a především reflektuje oddělení severní a jižní polokoule (ten ordinační diagram ve spodní části slajdu to jasně ukazuje)
- dokonce je možné, že kelpové chalupy převezly rovník ze severu na jih jen třikrát nezávisle na sobě
- je to trochu kontraintuitivní, protože extrémně vyvinuté kelpové lesy na jižní polokouli byly ve starší literatuře často považovány za "pravý domov kelpových chaluh", ale není to tak; všechny kelpy se na jižní polokouli dostaly ze severní polokoule, zejména ze severního Pacifiku; je to překvapivé, ale je to tak

25

- severní Pacifik, primární evoluční centrum kelpových chaluh, je domovem podivných, plesiomorfních ("primitivních") skupin, jako třeba endemit Aleutských ostrovů *Aureophycus*, řada druhů chord, nebo hokkaidský endemit *Akkesiphycus*

26

- i do Atlantiku se (přes Arktidu, hlavně přes severní Kanadu a Grónsko) kelpy dostaly až sekundárně a jejich diverzita je tam podstatně nižší

27

- takže v Evropě kelpových chaluh zase až tak moc není a to je dobře, protože se v nich leze vyznat; tady jsou všechny vyjmenovány
- rody *Phyllariopsis* a *Saccorhiza* jsou tzv. *pseudokelpy*; nepatří totiž do Laminariales ale do Tilopteridales a pravélaminariální kelpy jen morfologicky a ekologicky připomínají
- *Undaria* je kelp v Evropě invazní, pocházející původně ze severního Japonska

28

- nepřekvapivě - rozšíření jednotlivých druhů lze dost přesně vysvětlit jejich teplotními tolerancemi, a to jak pro přežití a růst vegetativního sporofytu, tak i pro úspěšnou fertilizaci gametofytů a vyklíčení zygoty
- tady je to pro některé hlavní druhy shrnuto od severu k jihu; *Alaria* začíná už v Arktidě

29-38

- rozšíření a podoba jednotlivých evropských kelpů na evropském pobřeží
- *L. hyperborea* je hlavní korunní druh, něco jako smrk v boreálním lese; dorůstá až 15 metrů, *L. digitata* má skoro vždy pod 2 metry, *L. ochroleuca* se dost podobná *L. hyperborea*, ale je daleko jižnější (Portugalsko, Gibraltar, atd.)
- *L. rodriguezii* je glaciální relikv Mediteránu, je to vzácná řasa spodního sublitorálu
- *Undaria pinnatifida* je dnes už podél evropského pobřeží daleko víc rozšířena (Irsko, Dánsko)
- oba druhy rodu *Phyllariopsis* jsou spíš už typické pro teplou temperátní oblast

39

- latitudinální gradient v rozšíření jednotlivých druhů je vidět i v podrobných datech z Británie a Irsku
- *Alaria* skoro chybí na jižním pobřeží, *L. ochroleuca* se vyskytuje pouze tam
- tabulce taky vidíme, že většina kelpových druhů je víceletých, ale málokterý jedinec (myšleno jako vegetativní diploidní sporofyt) žije déle než 20 let

40

- velmi podobný pattern je vidět i na datech z této studie porovnávající čtyři lokality napříč Británií
- jednotlivé druhy se dramaticky odlišují výskytem i abundancí; *L. ochroleuca* je pouze na jižní lokalitě, ale tam je dost hojná, *Alaria esculenta* přesně naopak

41

- 0

42

- celá řada studií v současnosti zkoumá, jak evropské kelpové ekosystémy ovlivňuje klimatická změna
- samozřejmě v centru pozornosti je *L. hyperborea* a tabulka ukazuje, které konkrétní klimatické faktory hlavně ovlivňují výskyt a limity tohoto klíčového druhu
- spekuluje se i o tom, že *L. hyperborea* měhem posledního glaciálu přežila pouze v Americe a pak se zpětně dostala do Evropy

43

- jiné modely nicméně ukazují potenciální rozšíření *L. hyperborea* během posledního glaciálního maxima (LGM) a jak se rozšíření asi změní na konci století při scénáři silného oteplení (RCP 8.5) nebo relativně slabé klimatické změny (RCP 2.6); je vidět vymizení druhu z jižních částí areálu (Iberský poloostrov, atd.) a expanzi do Bílého moře (které přestane zamrzat) na severovýchodě

44-45

- ovšem v současnosti se silně (ba silněji) projevují spíše biotické (lidmi přímo či nepřímo asi způsobené) faktory, jako třeba silná herbivorie *L. hyperborea* v severní Skandinávii ježovkami
- v řadě případů některé druhy někde mizí a nevíme proč (např. *L. ochroleuca* v Asturii a Baskicku)

46

- taky *L. digitata* se podle modelů bude během 21. století výrazně posunovat k severu
- pravděpodobnost vymizení z pobřeží Normandie a Bretaně je podle téhle studie na konci století velmi vysoká

47

- častým (současným?) fenoménem je transice kelpového lesa k ruderální vegetaci dominované "turfovými" řasami, vlastně vláknitými, efemérními řasami (různé *Ectocarpales*, *Ceramiales*, *Ulvales* atd.)

48

- bylo to pozorováno na různých místech planety (bez ohledu na úplně odlišné složení kelpů v různých regionech)
- důvody se podle různých studií dost liší, viz ty koláčové obrázky

49

- no, tady je to vidět na obrázku; důležité je, že turfový ruderalní systém se udržuje díky vysoké herbivorii a/nebo vysoké úrovni sedimentace; to jsou dva klíčové faktory bránící obnově kelpového lesa po jeho disturbanci

50

- velmi dobře doloženým způsobem disturbance, ba destrukce kelpového lesa byla a je extrémní herbivorie několika chladnomilnými druhy ježovek
- je to pozorováno a studováno už od 70. let, hlavně v severní Americe (N Pacific) a v Evropě (Skandinávie)
- ježovky nežerou dospělé kelpy, ale efektivně brání úspěšnému dokončení životního cyklu - žerou gametofytí stadia i mladé sporofyty; takže při přemnožení ježovek les po odumření starých sporofytů vymizí
- v literatuře se tomu vyžranému společenstvu říká *urchin barren* (zůstanou tam skoro jen krustózní koralinní řasy a některé krustózní zelené řasy, které ježovky nevyžerou)

51

- byly a jsou pozorovány jak jednorázové, katastrofické ježovkové události, tak i cyklické změny - viz ta mapa

52

- no, takhle to vypadá *in situ*

53

- je zajímavé, že fáze kelpového lesa a ježovkové "pustiny" se mohou střídát cyklicky (viz obrázek vlevo)
- jedna z hypotéz je, že za to může cykličnost populací ježovek a jejich regulace parazitickými háďátky
- jiné studie spíše ukazují na vliv krabů, ryb a jiných herbivorů ježovek
- faktem je, že pozorované cykly většinou nevedou k vytvoření "zralého" kelpového lesa, ale pouze jeho ochuzené, jakési sukcesní fáze

54

- ukazuje se taky, že ježovka *Strongylocentrotus droebachiensis*, která je hlavním druhem ježovkových "pustin" v severním Atlantiku, je limitována teplotou a postupným oteplováním pobřežních vod její populace ustupují dále na sever, což vede k možné obnově kelpových lesů v jižnějších částech regionu (viz obrázek - mapa)

55-56

- tady je zase na příkladu jiné studie vidět (částečná a nepravidelná) cykličnost výskytu ježovkových "peaků", které se střídají s revitalizací kelpového lesa

57-58

- jedním ze specifických společenstev horního sublitorálu (viz graf na slajdu č. 58) v severním Atlantiku jsou **zosterové louky**
- *Zostera* (marina, popř. *noltii*) není tráva; je to kytka mající vlastní čeleď Zosteraceae (Alismatales - tam patří třeba taky Araceae)
- zosterové louky dominují typicky na měkkém substrátu (písek, organický detritus), kde většina makrořas není schopná kompetovat kvůli mechanické disturbanci (jejich holdfastu se tam neudrží)
- podobně jako u makrořas jsou zosterové louky teplotně limitované (viz ten graf vpravo nahoře)
- jinak jak je vidět z mapky, *Z. marina* je cirkumboreální a zasahuje i do teplé temperátní oblasti (včetně Mediteránu); tam je ovšem doprovázena dalšími podobnými druhy

59

- spodní sublitorál je arbitrárně definován jako zóna s $< 5\%$ pronikajícího světla a v severním Atlantiku i Pacifiku je charakterizován postupným vymizením či vzácností kelpových laminárií a hojným výskytem nejrůznějších ruduch (viz příklady); většinu z nich lze u povrchu nalézt v biomase vyvržené příbojem po bouřích

60

- velmi specifických a důležitým společenstvem je **maerl**, tedy jeden z podtypů rhodolitového dna
- vyskytuje se většinou pod 10 metry hloubky a dominují ty dva uvedené druhy
- nepřírostlé druhy, nepravidelně větvené stélky

61

- mohlo by se zdát, že maerl není lidmi přímo zasažen, ale ve skutečnosti jsou některé jeho lokality velmi zasaženy lovem/sběrem hřebenatek, které se vyrývají ze dna a přitom se maerl disturbuje způsobem, na který není vůbec adaptován, a který vede k rozlamování stélek

62

- fylogeografie je v módě, a tak se samozřejmě provádí i na hlavních druzích makrořas v severním Atlantiku
- hlavní otázkou je postglaciální rekolonizace
- na příkladu *F. serratus* se ukazuje, že oceánu existovalo irské refugium, z něhož pak probíhala rekolonizace směrem nasever, refugia dále na jih existovala a dodnes se tam vyskytují jiné genotypy, ale na sever se po konci glaciálu (příliš) nerozšířily