



Realizacja projektu międzynarodowego współfinansowanego, ze środków budżetu państwa, pt.: „Charakterystyka i zmienność zbiorowisk pierwotniaków stowarzyszonych z lodem morskim różnych siedlisk i lokalizacji rejonu Wysokiej Arktyki”, akronim: HAVOC_SPB .

Wartość dofinansowania 186 978 zł

Informacja o projekcie.

Jednym z najwyraźniejszych przejawów zachodzących globalnych zmian klimatycznych jest drastycznie zanikająca pokrywa lodowa Arktyki. Zwłaszcza w sezonie letnim lód nie tylko drastycznie traci zasięg, staje się także coraz cieńsza (1), a młody — jednoroczny lód morski zastępuje stary, wieloletni gruby lód (2). Dzieje się tak na skutek wzrostu średniej temperatury rocznej notowanej w obszarach arktycznych (3). Przyczyną tego jest wzrastający napływ ciepła transportowanego przez atlantyckie masy wody (4), oraz cyrkulację atmosferyczną (5). Proces ocieplającego wpływu prądu północnoatlantyckiego (do Basenu Arktycznego wzdłuż wschodniego rejonu cieśniny Fram stopniowo oddaje ciepło, mijając zachodnie wybrzeże Spitsbergenu. Z kolei wzdłuż wschodniego wybrzeża Svalbardu przemieszczają się w kierunku południowym pochodzące z Oceanu Arktycznego zimne masy wody. Wody wokół Svalbardu mogą być zatem testowym obszarem ze względu na swoją lokalizację oraz wieloletnie obserwacje hydrologiczne i biologiczne gromadzone przez Instytut Oceanologii Polskiej Akademii Nauk (IO PAN) i Norweski Instytut Polarny (NPI). Na podstawie tych obserwacji można wnioskować o przyszłości innych rejonów arktyki w miarę postępującego ocieplenia. W fiordach zachodniego Spitsbergenu stały lód morski można jeszcze obserwować w izolowanym przez wyspę u jego wlotu, fiordzie Van Mijen. Ze względu na wąską wyspę rozciągającą się niemal całkowicie wszerz wejścia do fiordu, wymiana wody z ciepłymi masami wody atlantyckiej jest ograniczona. Ponadto ukształtowanie dna fiordu i cyrkulacja wody w akwenie sprawia, że zwłaszcza wewnętrzna część fiordu zachowuje arktyczny charakter. Należy spodziewać się, że Fiord Van Mijen częściowo przypomina charakterem fiordy położone na wschodnim, zimnym wybrzeżu archipelagu oraz wybrzeżu północnym stykającym się z wodami atlantyckimi już zmodyfikowanymi przez wody arktyczne. W Arktyce zwłaszcza wysokiej istotnym elementem ekosystemu są glony lodowe. W rejonach oceanu arktycznego położonych poza szelfem tam, gdzie głębokość sięga poniżej 2000 m rozwój zakwitów autotroficznych protista jest możliwy dzięki obecności lodu morskiego (6). Te jednokomórkowe organizmy zasiedlają spodnią warstwę lodu i w sprzyjających warunkach dostępności światła i soli odżywczych rozwijają się masowo wczesną wiosną (7). Wymywane wodą z lodu w czasie wiosenno-letnich roztopów inicjują i wspierają zakwit pelagiczny. Masowy rozwój flory lodowej w okresie przejściowym zima-wiosna, stanowi jedyne źródło świeżej materii organicznej dostępnej wyższym poziomom troficznym pelagialu i bentosu (8). Zmiany w fenologii i intensywności zakwitów glonów lodowych będą miały bezpośredni wpływ na organizmy żywiące się nimi i ostatecznie na cały ekosystem związany z lodem morskim (9,

10). Inną konsekwencją postępującego ocieplenia (zanik lodu morskiego jest jedną z nich) jest przewidywana i już obserwowana zmiana struktury wielkościowej zbiorowisk producentów pierwotnych. Dotychczas okrzemki, dominujące w zbiorowiskach lodowych, ze względu na wysoką wartość odżywczą, oraz spektrum wielkościowe – 20->200 μm – były niezwykle ważnym źródłem pożywienia skorupiaków (11, 12). Przez stosunkowo duży ciężar komórek okrzemek i brak organelli aktywnie utrzymujących je w toni wodnej, narażone są, po „uwolnieniu” ich przez wody wytopiskowe z lodu, na szybkie opadanie w głąb toni wodnej. Zanik substratu, jakim jest lód morski, spowoduje jeszcze szybsze wypadanie wyprodukowanej biomasy do dna. Ponadto, w rejonach poza szelfem, głębokie dno, zwłaszcza w centralnej części Arktyki i warunki oceanograficzne (stratyfikacja i utrudnione przez nią pionowe mieszanie wody) uniemożliwiają resuspensję, czyli wynoszenie komórek z osadów dennych ku powierzchni. W konsekwencji zmiany warunków wspomnianych powyżej dotychczas dominująca największa grupa wysoko kalorycznych glonów lodowych może zostać zastąpiona przez inne organizmy, mniejsze, o większej pływalności, ale mniej kaloryczne i zbyt małe dla dotychczasowych konsumentów. Przeniesie się to z kolei na strukturę, czas trwania, i biomasę glonów lodowych lub zamianę tych zbiorowisk na zbiorowiska typowo pelagiczne, zdominowane przez wiciowce. Ostatnimi laty obserwuje się masowe występowanie Phaeocystis tworzącego wiosną masowe kolonie w Arktyce (13). Skala czasowa przewidywanych zmian pomimo gwałtownego przebiegu, w skali badawczej jest długa, potrzebne są do tego obserwacje wieloletnie. Jedynym rozwiązaniem wydaje się być porównanie rejonów o różnym stopniu zmian na skutek ocieplenia. W proponowanych badaniach do tego celu przewiduje się wykorzystanie będących w posiadaniu zespołu Instytutu Oceanologii PAN danych z „zimnej” Arktyki (Smith Sound i Lancaster Sound) i „ciepłej” – z rejonu Spitsbergenu.

Inne wyzwanie stanowi prawidłowa identyfikacja komórek piko- (<3 μm) i nano- (3–50 μm) planktonowych pierwotniaków, które ze względu na małe rozmiary są trudne do jednoznacznej identyfikacji taksonomicznej metodami mikroskopii świetlnej. Niejasności taksonomiczne mogą jednak zostać zweryfikowane przy użyciu metod molekularnej analizy taksonomicznej. To z kolei, w aspekcie wspomnianej zmiany struktury wielkościowej na skutek wzrostu znaczenia protistów o mniejszych wymiarach, jest ważne dla rozpoznania kompozycji taksonomicznej zespołów morskich glonów lodowych z różnych siedlisk i lokalizacji i co za tym idzie, aby móc wnioskować o kierunku zachodzących zmian w arktycznym ekosystemie związanym z lodem morskim. Badania molekularne będą kontynuacją rozpoczętej w poprzednich latach współpracy z University Centre in Svalbard (UNIS) w zakresie molekularnej analizy próbek arktycznych lodowych protista oraz bioinformatycznego opracowania wyników sekwencjonowania DNA. Wszystkie poniżej wyszczególnione cele ściśle wiążą się z wieloletnimi obserwacjami, w których biorą udział członkowie wnioskującego zespołu, a cele proponowanego będą istotnym uzupełnieniem badań, pozwalając tym samym na lepszą interpretację wyników.

Bibliografia:

1. Kwok, R. (2018). Arctic sea ice thickness, volume, and multiyear ice coverage: losses and coupled variability (1958–2018). *Environmental Research Letters*, 13(10), 105005.
2. Meier, W. N., et al. (2014), Arctic sea ice in transformation: A review of recent observed changes and impacts on biology and human activity, *Rev. Geophys.*, 52, 185–217, doi:10.1002/2013RG000431.
3. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM_final.pdf - dostęp 13.11.2021
4. Schauer, U., Fahrbach, E., Osterhus, S. and Rohardt, G., 2004. Arctic warming through the Fram Strait: Oceanic heat transport from 3 years of measurements. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 109(C6).

5. Overland, J.E., Hanna, E., Hanssen-Bauer, I., Kim, S.J., Walsh, J.E., Wang, M., Bhatt, U.S. and Thoman, R.L., 2018. Surface air temperature. Arctic report card.
6. Cota, G. F., Legendre, L., Gosselin, M., & Ingram, R. G. (1991). Ecology of bottom ice algae: I. Environmental controls and variability. *Journal of Marine Systems*, 2(3-4), 257-277.
7. Syvertsen, E. E. (1991). Ice algae in the Barents Sea: types of assemblages, origin, fate and role in the ice - edge phytoplankton bloom. *Polar Research*, 10(1), 277-288.
8. Leu, E., C. J. Mundy, P. Assmy, K. Campbell, T. M. Gabrielsen, M. Gosselin, T. Juul-Pedersen, and R. Gradinger. "Arctic spring awakening—Steering principles behind the phenology of vernal ice algal blooms." *Progress in Oceanography* 139 (2015): 151-170.
9. Leu, E., Søreide, J. E., Hessen, D. O., Falk-Petersen, S., & Berge, J. (2011). Consequences of changing sea-ice cover for primary and secondary producers in the European Arctic shelf seas: timing, quantity, and quality. *Progress in Oceanography*, 90(1-4), 18-32.
10. Søreide, J. E., Leu, E. V., Berge, J., Graeve, M., & Falk - Petersen, S. T. I. G. (2010). Timing of blooms, algal food quality and *Calanus glacialis* reproduction and growth in a changing Arctic. *Global change biology*, 16(11), 3154-3163.
11. Medlin, L. K., & Priddle, J. (1990). Polar marine diatoms. British Antarctic Survey.
12. Brown, T. A., & Belt, S. T. (2012). Identification of the sea ice diatom biomarker IP 25 in Arctic benthic macrofauna: direct evidence for a sea ice diatom diet in Arctic heterotrophs. *Polar Biology*, 35(1), 131-137.
13. Assmy, P., Fernández-Méndez, M., Duarte, P., Meyer, A., Randelhoff, A., Mundy, C.J., Olsen, L.M., Kauko, H.M., Bailey, A., Chierici, M. and Cohen, L., 2017. Leads in Arctic pack ice enable early phytoplankton blooms below snow-covered sea ice. *Scientific reports*, 7(1), pp.1-9.