

Adaptacja mikroglonów wyizolowanych z atmosfery do nowych warunków środowiskowych

Kinga Wiśniewska^{*1}, Sylwia Śliwińska-Wilczewska², Anita Lewandowska¹

¹Zakład Chemii Morza i Ochrony Środowiska Morskiego, Instytut Oceanografii, Uniwersytet Gdański, Aleja Piłsudskiego 46, 81-378 Gdynia

²Zakład Funkcjonowania Ekosystemów Morskich, Instytut Oceanografii, Uniwersytet Gdański, Aleja Piłsudskiego 46, 81-378 Gdynia



UNIWERSYTET GDAŃSKI

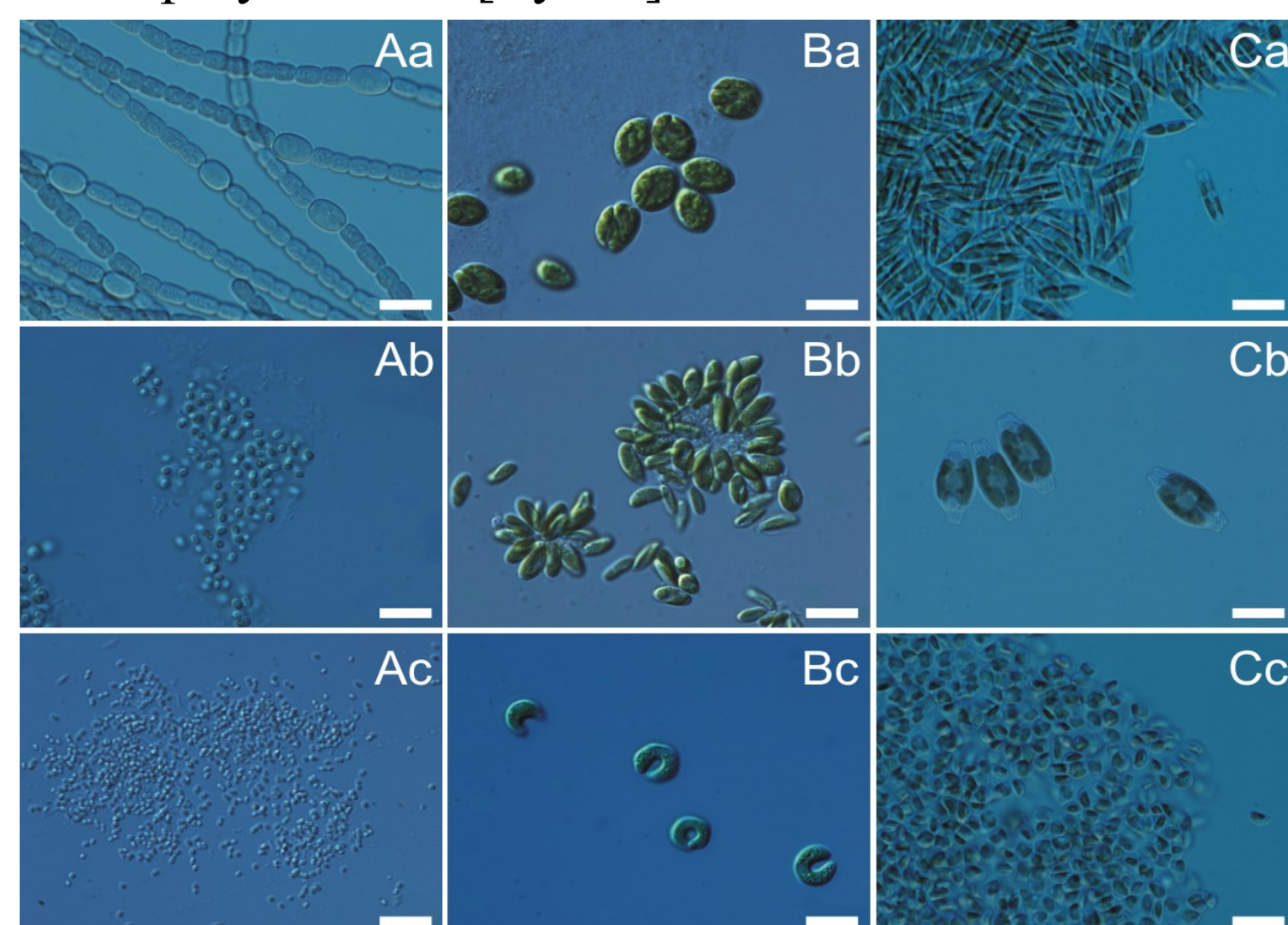


WSTĘP

Sinice i mikroglony są emitowane do atmosfery głównie z powierzchni wody, oraz gleby [Després i in., 2012; Tesson i in., 2016], a następnie wraz z masami powietrza przenoszone na dalekie odległości [Lewandowska i in., 2017; Fröhlich-Nowojski i in., 2016; Wiśniewska i in., 2019]. Badania nad tymi organizmami koncentrowały się głównie na ich negatywnym wpływie na zdrowie człowieka oraz wytwarzanych przez nie toksycznych związków [Franck i in., 2003; Backer i in., 2010; Lewandowska i in., 2017; May i in., 2018; Facciponte i in., 2018]. Najnowsze badania skupiają się na poddawaniu tych mikroorganizmów czynnikom stresowym takim jak wysoka i niska temperatura, UV czy wysuszenie [Chiu i in., 2020; Nakajima i in., 2020]. **Celem** niniejszych badań było przedstawienie wybranych szczepów wyizolowanych z powietrza i przedstawienie ich możliwości adaptacyjnych do nowych warunków środowiskowych.

MATERIAŁY I METODY

W latach 2018-2020 wyizolowano 61 szczepów unoszących się w powietrzu sinicy i mikroglonów z rejonu Morza Bałtyckiego. Z pośród nich po trzy sinice, zielenice i okrzemki, które były najczęściej odnotowane w badaniach bioaerologii w tym rejonie [Rys. 1] poddano eksperymentom [Rys. 2].



Rys.1 Wyizolowane szczepy: cyanobacteria (A): *Nostoc* sp. (CCAA 03; a), *Synechococcus* sp. (CCAA 14; b), *Aphanothece* sp. (CCAA 48; c), green algae (B): *Oocystis* sp. (CCAA 20; a), *Coccomyxa* sp. (CCAA 21; b), *Kirchneriella* sp. (CCAA 38; c), and diatoms (C): *Nitzschia* sp. (CCAA 17; a), *Amphora* sp. (CCAA 34; b), *Halamphora* sp. (CCAA 47; c)

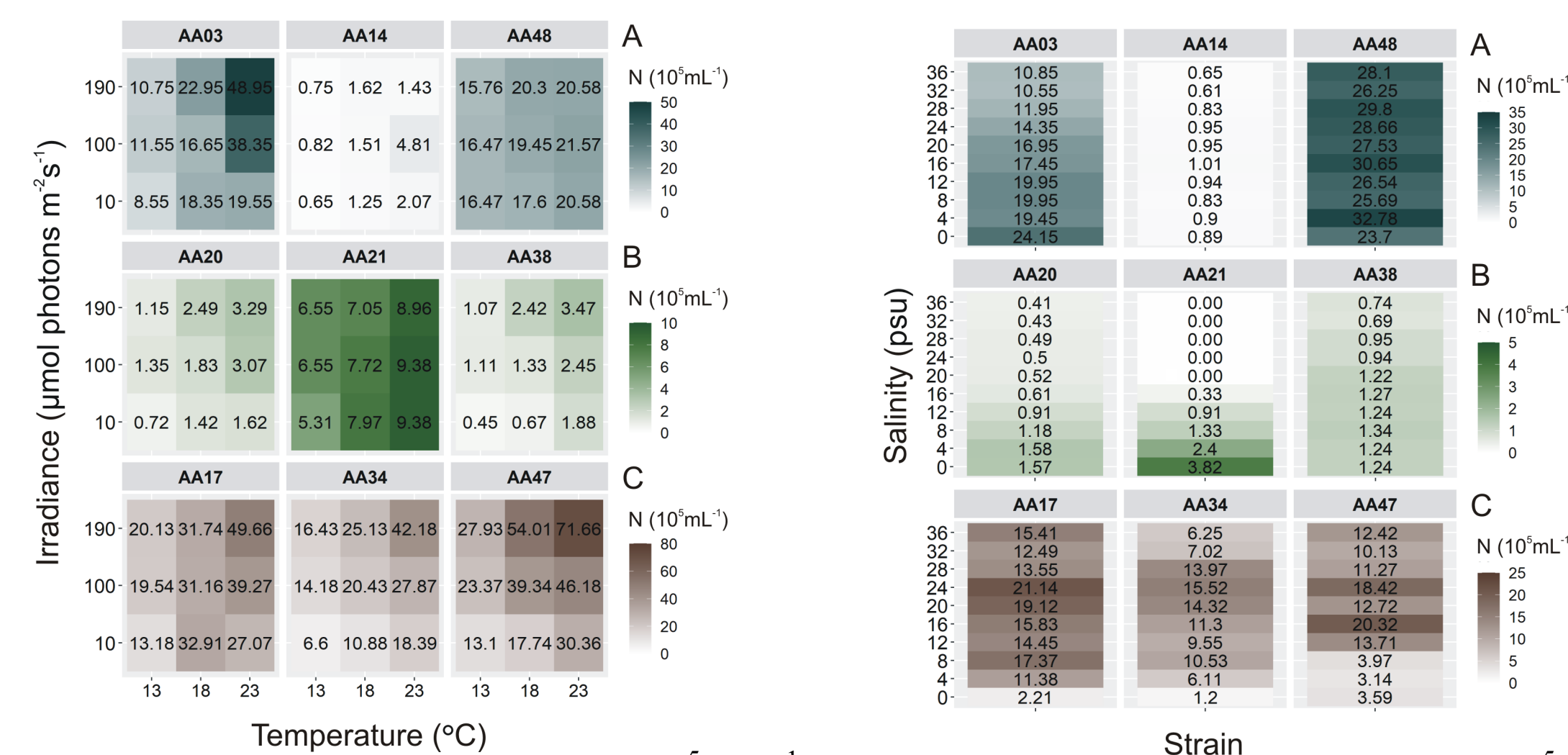
| SINICE | ZIELENICE | OKRZEMKI |
|---|------------------------------|------------------------------|
| Liczebność w naświetleniu 10, 100, and 190 μmol foton $\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ dla 13, 18, 23°C przy 8 psu | | |
| Liczebność w zasoleniu od 0 do 32 psu | | |
| Chlorofil a, karotenoidy, fikobiliny | Chlorofil a i b, karotenoidy | Chlorofil a i c, karotenoidy |

☞ Czas trwania eksperymentu 7 dni

Rys. 2 Schemat eksperymentów, którym poddano wyizolowane szczepy bioaerologii

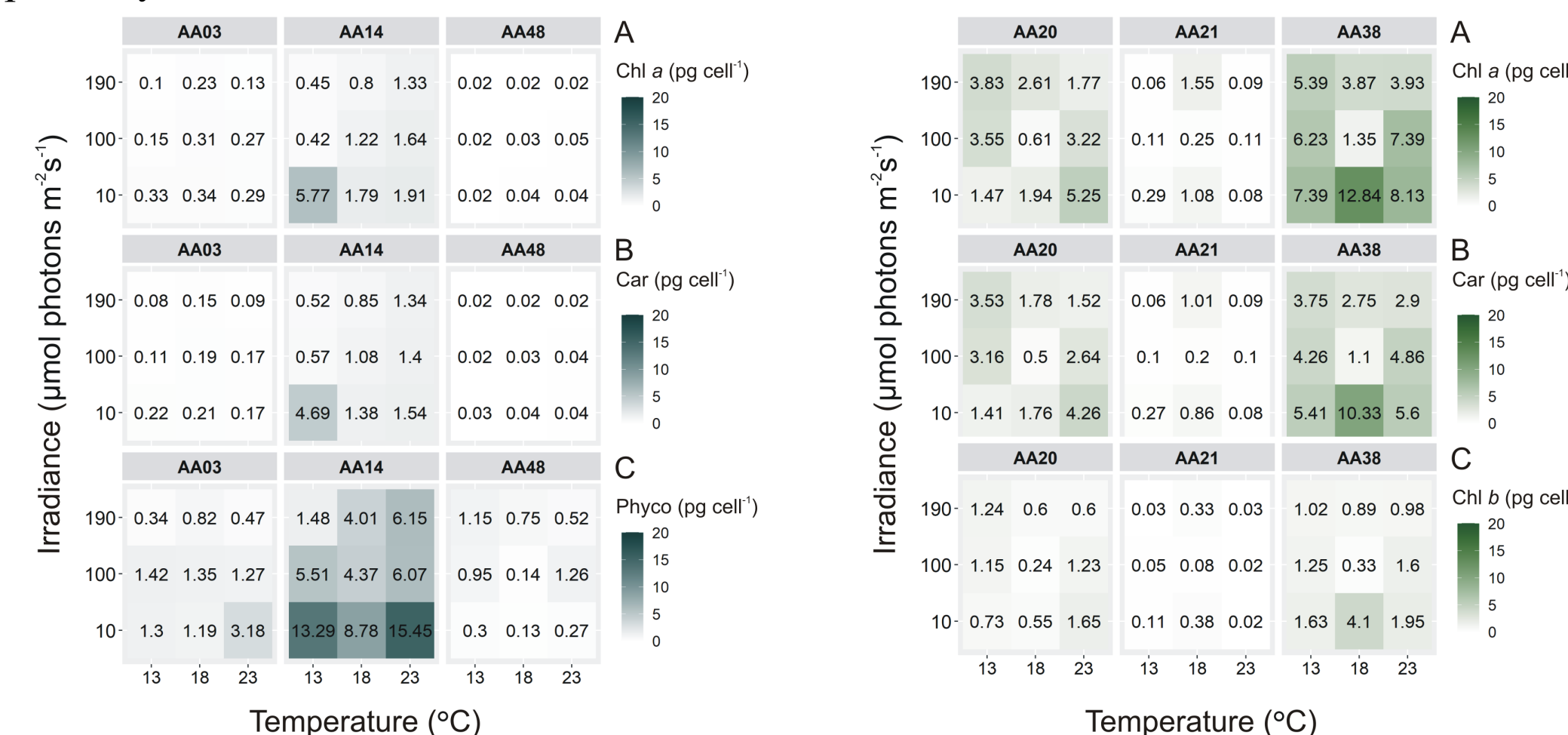
WYNIKI

Wyniki eksperymentów wykonanych na *Nostoc* sp. (CCAA 03), *Synechococcus* sp. (CCAA 14), *Aphanothece* sp. (CCAA 48), green algae (B): *Oocystis* sp. (CCAA 20), *Coccomyxa* sp. (CCAA 21), *Kirchneriella* sp. (CCAA 38), and diatoms (C): *Nitzschia* sp. (CCAA 17), *Amphora* sp. (CCAA 34), *Halamphora* sp. (CCAA 47) przedstawiono na rys. 3-7.



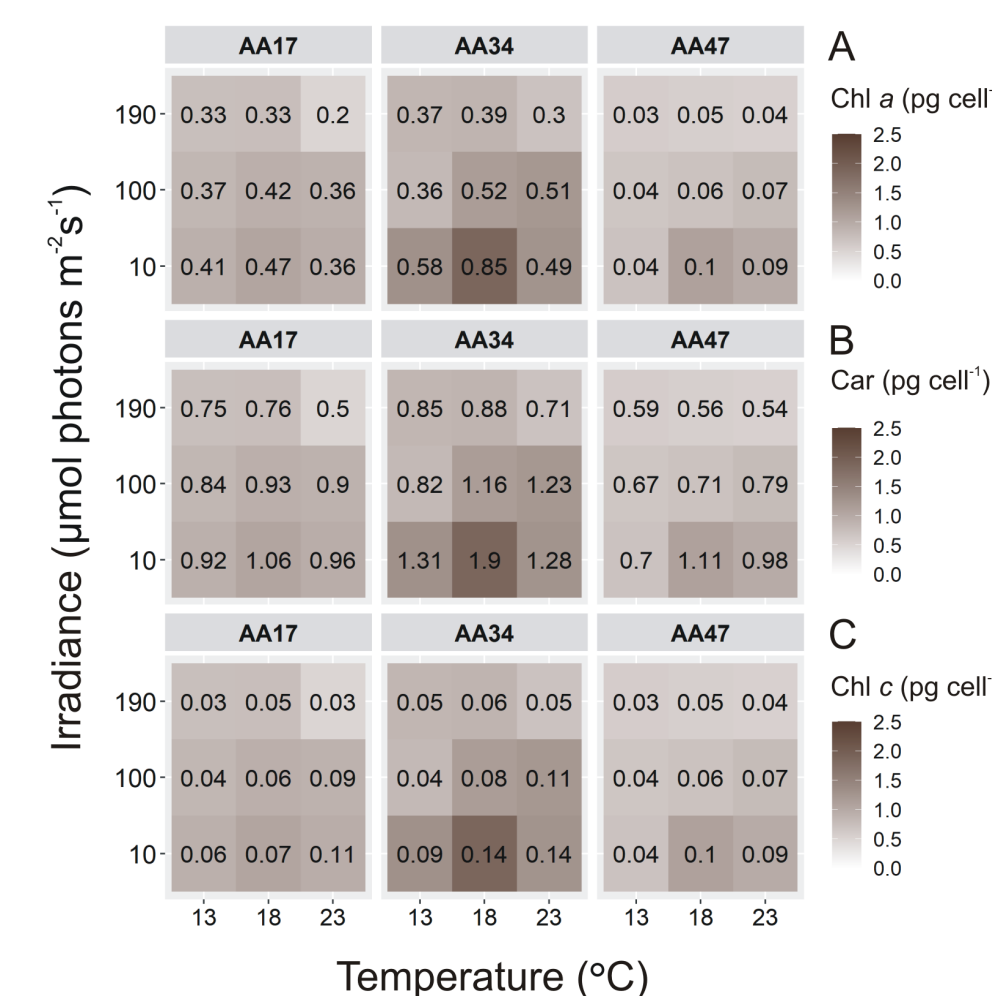
Rys 3. Zmiany w ilości komórek ($N \cdot 10^5 \text{ mL}^{-1}$) po ekspozycji na różne naświetlenie oraz temperaturę.

Rys 4. Zmiany w ilości komórek ($N \cdot 10^5 \text{ mL}^{-1}$) po ekspozycji na różne zasolenie



Rys 5. Zmiany stężeń barwników w sinicy po ekspozycji na różne naświetlenie i temperaturę

Rys 6. Zmiany stężeń barwników w zielenicy po ekspozycji na różne naświetlenie i temperaturę



Rys 7. Zmiany stężeń barwników w okrzemkach po ekspozycji na różne naświetlenie i temperaturę

DYSKUSJA

Wzrost natężenia światła i temperatury wpływał pozytywnie na wzrost ilości komórek u badanych sinicy *Nostoc* sp., zielenicy *Oocystis* sp. i *Kirchneriella* sp. oraz wszystkich badanych okrzemek (*Nitzschia* sp., *Amphora* sp. i *Halamphora* sp.). Przystosowanie to wspomaga pozostawanie dłużej w atmosferze. W dolnej warstwie atmosfery—troposferze temperatura spada wraz ze wzrostem wysokości. Z przeprowadzonych badań nie wynika, że organizmy preferują wysokie oświetlenie, ale niskie temperatury, co może oznaczać, że preferują transport bliżej powierzchni, z której są emitowane, niż np. transport w chmurze. Z kolei sinica *Synechococcus* sp. oraz zielenica *Coccomyxa* sp. wykazały zahamowanie wzrostu w najwyższym badanym świetle. Jednak zdolność do wzrostu przy niskim natężeniu promieniowania może dać im przewagę w rozwoju w wodach o ograniczonym świetle. Ponadto wykazano, że *Synechococcus* sp. i *Aphanothece* sp. wykazały podobną liczebność w całym zakresie badanego zasolenia, co sprzyja adaptacji do każdego wodnego środowiska, w jakim ulegną depozycji.

Wykazana wysoka zawartość chlorofilu a w niskim świetle może wskazywać, że unoszące się w powietrzu sinice i mikroglony mogą ulegać depozycji do wód silnie zacienionych i kontynuować tam intensywny wzrost. Do fotoaklimatyzacji dochodzi, gdy pigmenty fotosyntetyczne są redukowane wraz ze wzrostem natężenia napromieniowania. W przypadku wyizolowanych sinicy i mikroglonów, z wyjątkiem *Aphanothece* sp. CCAA 48 odnotowano zdolność do fotoaklimatyzacji, co świadczy o zdolności adaptacji do zmieniających się warunków środowiskowych. Czynniki stresujące, takie jak wysokie natężenie światła, sprzyjają akumulacji karotenoidów, które pełnią w komórce funkcję ochronną. W prezentowanych badaniach nie zaobserwowano tego zjawiska, co może sugerować, że izolowane mikroorganizmy przystosowały się do zadanych warunków.

PODSUMOWANIE

Badając zmienność różnych czynników środowiskowych u wyizolowanych z powietrza sinicy i mikroglonów oceniono ich zdolności adaptacyjne zarówno do transportu w atmosferze, jak i kolonizacji nowych regionów. Warunkach atmosferycznych występuje większe narażenie na promieniowanie, zatem wszystkie badane mikroorganizmy, z wyjątkiem *Synechococcus* sp. i *Aphanothece* sp. są wysoce przystosowane do transportu w atmosferze. Natomiast jeśli chodzi o kolonizację nowych rejonów, *Synechococcus* sp. będzie organizmem szczególnie przystosowany, ponieważ ma zdolności adaptacyjne do wód o dowolnym zasoleniu, a także zdolność do fotoaklimatyzacji.

LITERATURA

Backer, L.C.; McNeil, S.V.; Barber, T.; Kirkpatrick, B.; Williams, C.; Irvin, M.; Zhou, Y.; Johnson, T.B.; Nierenberg, K.; Auel, LePell, R.; Chapman, A.; Foss, A.; Corum, S.; Hill, V.R.; Kiesack, S.M.; Cheng, Y. Recreational exposure to microcystin during algal blooms in two California lakes. *Toxicol.* 2010, 55, 909–921.
 Chiu, C.S.; Chiu, P.H.; Tong, T.C.; Tsai, H.P.; Soong, K.; Huang, H.E.; Chen, C.N. Mechanisms protect airborne green microalgae during long distance dispersal. *Sci. Rep.* 2020, 13984.
 Després, V.R.; Huffman, J.A.; Burrows, S.M.; Hoese, C.; Safarov, A.S.; Buryak, G.; Fröhlich-Nowojski, J.; Elbert, W.; Andreae, M.O.; Pöschl, U.; Jaenicke, E. Primary biological aerosol particles in the atmosphere: a review. *Tellus Ser. B Chem. Meteorol.* 2012, 64, 15598–15656.
 Facciponte, D.N.; Bough, M.W.; Seidler, D.; Carroll, J.L.; Ashare, A.; Andrew, A.S.; Tsongalis, G.J.; Vaickus, L.J.; Henegan, P.L.; Butt, T.H.; Stommel, E.W. Identifying aerosolized cyanobacteria in the human respiratory tract: a proposed mechanism for cyanotoxin-associated diseases. *Sci. Total Environ.* 2018, 645, 1003–1013.
 Franck, U.; Herbarth, O.; Manjarez, M.; Wiedensohler, A.; Tuch, T.; Holstein, P. Indoor and outdoor fine particles: exposure and possible health impact. *Abstracts of the European Aerosol Conference 2003*, S1357–S1358.
 Fröhlich-Nowojski, J.; Kampf, C.J.; Weber, B.; et al. Bioaerosols in the earth system: climate, health, and ecosystem interactions. *Atmos. Res.* 2016, 182, 346–376.
 Lewandowska, A.U.; Śliwińska-Wilczewska, S.; Wozniak, D. Identification of cyanobacteria and microalgae in aerosols of various sizes in the air over the southern Baltic Sea. *Mar. Pollut. Bull.* 2017, 125, 30–38.
 May, N.W.; Olson, N.E.; Panus, M.; Asson, J.L.; Tirella, P.S.; Kirpes, R.M.; Craig, R.L.; Gunsech, M.J.; China, S.; Laskin, A.; Ault, A.P.; Pratt, K.A. Aerosol emissions from great lakes harmful algal blooms. *Environ. Sci. Technol.* 2018, 52, 397–405.
 Sharma, N.K.; Rai, A.K.; Singh, S.; Brown, R.M. Jr. Airborne algae: their present status and relevance. *J. Phycol.* 2007, 43, 615–627.
 Tesson, S.V.M.; Skjeth, C.A.; Sant-Tenkiv, T.; Londaal, J. Airborne microalgae: insights, opportunities, and challenges. *Appl. Environ. Microbiol.* 2016, 82, 1978–1991.
 Wiśniewska, K.; Lewandowska, A.U.; Śliwińska-Wilczewska, S. The importance of cyanobacteria and microalgae present in aerosols to human health and the environment—Review study. *Environ. Int.* 2019, 131, 104964.