

Wpływ tworzyw sztucznych na ptaki

Zuzanna Jagiełło

Tworzywa sztuczne to materiały syntetyczne produkowane przez człowieka, których głównym składnikiem są polimery, w języku potocznym oraz w fachowej literaturze angielskojęzycznej zwane zbiorczo plastikiem (np. Azzarello & San Vleet 1987). Tworzywa sztuczne w postaci śmieci globalnie zanieczyszczają środowisko (UNEP 2016). Ze wszystkich wyprodukowanych śmieci, 54% stanowią tworzywa sztuczne (Hoellein et al. 2014). Zostały one wynalezione na początku XX wieku, lecz masowa produkcja rozpoczęła się w latach 70. Od początku masowej produkcji materiały te zrewolucjonizowały przemysł oraz kulturę (Azzarello & San Vleet 1987, Thompson et al. 2009). Ze względu na wszechstronne użycie i trwałość, tworzywa sztuczne stały się też materiałem towarzyszącym człowiekowi na każdym etapie życia i w większości jego aktywności. Tworzywa sztuczne są powszechne zarówno w krajach wysoko rozwiniętych, jak i najbiedniejszych. Ich trwałość stała się ogromnym zagrożeniem – masowo zanieczyszczają środowiska wodne i lądowe (Wang et al. 2009, Bond et al. 2012). Zanieczyszczenie środowiska tworzywami sztucznymi jest istotnym problemem, z którym zmagają się organy ochrony środowiska na całym świecie (UNEP 2016). Przyczyniają się do tego właściwości tworzyw sztucznych – wysoka masa cząsteczkowa, hydrofobowość i usieciowana struktura cząsteczkowa, co sprawia, że nie podlegają one pełnej biodegradacji (Ilyas et al. 2018). Znaczna część wyprodukowanych tworzyw sztucznych jest ciągle obecna w środowisku. W roku 2014 wyprodukowano 311 milionów ton tworzyw sztucznych, o ok. 84 miliony ton więcej niż w roku 2004 (Hoornweg et al. 2013). Każdego roku od 4,8 do 12,7 milionów ton tworzyw sztucznych (śmieci) dostaje się do oceanów (Jambeck et al. 2015).

Pierwsze obserwacje wpływu śmieci, w tym tworzyw sztucznych, na zwierzęta morskie pochodzą z lat 60. ubiegłego wieku (Holgersen 1961, Caldwell et al. 1965, Brongersma 1968), a więc poprzedzają początek dynamicznego wzrostu ich produkcji. Obserwacje te dotyczyły ssaków, ptaków, żółwi i ryb, które zginęły na skutek zaplątania lub spożycia śmieci. W ostatnich latach liczba zgonów zwierząt (wskutek zaplątania lub spożycia odpadów) wzrasta (Secretariat of the Convention On Biological Diversity And The Scientific And Technical Advisory Panel – Gef, 2012). Gall i Thompson (2015), w pracy przeglądowej bazującej na 340 publikacjach na temat wpływu śmieci na organizmy i środowisko morskie, wykazali negatywny wpływ śmieci na zwierzęta. Najwięcej danych na temat wpływu tworzyw sztucznych na środowisko morskie pochodzi z wybrzeży Ameryki Północnej, Europy i Australii, a najmniej z Afryki, Ameryki Południowej oraz Antarktyki. W 292 publikacjach opisano wpływ tworzyw sztucznych (wynikający z ich spożycia lub związanych z uszkodzeniem ciała poprzez zaplątanie w śmieci) na zwierzęta należące do 395 gatunków (Gall & Thompson 2015). Z przebadanych 44 006 osobników, 29,8% (52,6% gatunków) spożyło śmieci, z czego najczęściej były to fragmenty tworzyw sztucznych, a w przypadku 70,2% osobników (61,5% gatunków) odnotowano zaplątanie w śmieci, np. w propylenowe sznurki, plastikowe opakowania, dryfujące sieci rybackie. Zwierzęta, które spożyły śmieci w największej liczbie to ptaki morskie: fulmar *Fulmarus*

glacialis (7,82%), albatros ciemnocy *Phoebastria immutabilis* (2,20%) oraz burzyk wielki *Ardenna gravis* (2,03%). Celem poniższej pracy jest omówienie wielowymiarowego wpływu tworzyw sztucznych na ptaki: spożycia, używania tych materiałów w budowie gniazd oraz zagrożeń, które z tego wynikają oraz luk w wiedzy.

Spożycie tworzyw sztucznych

Ptaki morskie

Zanieczyszczenie wód tworzywami sztucznymi jest uważane za główne zagrożenie dla fauny morskiej (UNEP 2016). Znaczna część odpadów (93%) trafia do oceanów poprzez zlewnie zaledwie 10 rzek, są to Jangcy, Rzeką Żółta, Hai He, Rzeką Perłowa, Amur, Mekong, Indus, Ganges z Brahmaputrą, Niger i Nil (rzeki wymieniono w kolejności od największej do najmniejszej ilości śmieci niesionych przez daną rzekę) (Schmidt et al. 2017). Ptaki morskie są uważane za grupę najbardziej narażoną na negatywny wpływ śmieci – stwierdzono, że 56% gatunków ptaków morskich spożyło bądź zaplątało się w struktury z tworzyw sztucznych (Gall & Thompson 2015). Szacunki wskazują, że do roku 2050 aż 99% ptaków morskich spożyje tworzywa sztuczne (Wilcox et al. 2015). Ptaki połykają tworzywa sztuczne unoszące się w na powierzchni wody traktując je jako naturalne pożywienie (O'Hanlon et al. 2017). W roku 2016 odkryto mechanizm, który odpowiada za spożywanie tworzyw sztucznych przez rurkonose Procellariiformes (Savoca et al. 2016). Tworzywa sztuczne unoszące się na powierzchni wody, mają w składzie siarczek dimetylu (DMS), który emituje konkretny zapach. Ten sam zapach jest uwalniany, gdy zooplankton żeruje na fitoplanktonie. Rurkonose wykorzystują ten zapach do odnajdowania pożywienia, a następnie, w wyniku pomyłki, zjadają tworzywa sztuczne wydzielające zapach sugerujący, że jest to pokarm naturalny. Ponadto wykazano, że ze względu na konkurencję o pokarm podczas sezonu lęgowego, albatrosom wędrownym *Diomedea exulans* gniazdującym w dużych koloniach i żerującym na wspólnych łowiskach, zdarzało się częściej karmić pisklęta śmieciami niż albatrosom żyjącym samotnie lub gniazdującym w małych koloniach (Young et al. 2009).

Ze względu na fakt, że wiele gatunków ptaków jest wskaźnikami stanu środowiska, mogą one być również wykorzystywane do wskazania poziomu zanieczyszczenia tworzywami sztucznymi (Tavares et al. 2016). W skali globalnej aktualnie tylko jeden projekt monitoruje spożycie tworzyw sztucznych przez ptaki. Projekt *Marine litter monitoring by Northern Fulmar*, rekomendowany przez Komisję Bioróżnorodności OSPAR (Konwencja Oslo/Paryż, 22.09.1992 for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic) monitoruje poziom zanieczyszczenia środowiska tworzywami sztucznymi poprzez sprawdzanie zawartości żołądków fulmarów na Morzu Północnym (Van Franeker & Meijboom 2002).

Ptaki lądowe

W przeciwieństwie do badań nad ptakami morskimi, nie przeprowadzono globalnej analizy, szacującej stopień spożycia tworzyw sztucznych przez ptaki lądowe. Dotychczas opisywano konkretne przypadki spożycia tworzyw sztucznych, jednak brak jest pracy przeglądowej na ten temat. Przykładowo, badania nad populacją bociana białego *Ciconia ciconia* z Alzacji wykazały, że osobniki żerujące na pobliskim wyspisku śmieci zjadały gumy od słoików typu wek, które również dostarczały swoim młodym wraz z pokarmem (Henry et al. 2011). U 26% z 56 martwych piskląt poddanych sekcji zwłok,

gumowe elementy obecne były w żołądkach, gdyż ptaki prawdopodobnie myliły gumki z dżdżownicami, które stanowią istotny skład diety bociana białego (Kosicki et al. 2006, Orłowski et al. 2016, Orłowski et al. 2019). Najbardziej alarmujące badania nad spożyciem tworzyw sztucznych u ptaków lądowych pochodzą ze Stanów Zjednoczonych i dotyczą kondora kalifornijskiego *Gymnogyps californianus*, gatunku zagrożonego wyginięciem (Mee et al. 2007). Ważnym elementem diety kondora kalifornijskiego w naturalnym środowisku są kości, a szczególnie znajdujący się wewnątrz szpik. Obecność metalowych elementów w środowisku, takich jak łuski po nabojach oraz fragmentów z tworzyw sztucznych, np. rurki PVC, osłonki kabli elektrycznych, sprawia, że ptaki mylą te elementy z kośćmi. Sekcja zwłok wszystkich martwych piskląt, z badanej populacji, z jednego sezonu lęgowego wykazała, że każde pisklę w swoim układzie pokarmowym miało element metalowy i/lub z tworzyw sztucznych. W dwóch przypadkach spożycie śmieci było bezpośrednią przyczyną śmierci. Fakt ten bardzo utrudnia reintrodukcję prowadzoną przez U.S. Fish and Wildlife Service od roku 1987.

Wśród antropogenicznych zmian środowiska urbanizacja jest najszybciej postępującym rodzajem przekształceń, jakim podlegają tereny lądowe (UN 2012). Przewiduje się, że do roku 2030 miasta zajmą o 200% więcej powierzchni w stosunku do roku 2000 (Fragkias et al. 2013). Wraz z urbanizacją rośnie ilość produkowanych odpadów; aktualnie na świecie powstaje 3 mln ton odpadów dziennie i szacuje się, że do roku 2025 liczba ta wzrośnie do 6 mln ton (Hoorweg & Bhada-Tata 2012). W związku z tym, przewiduje się coraz silniejszy wpływ śmieci, w tym tworzyw sztucznych na środowisko i zwierzęta (Hoorweg et al. 2013).

Skutki spożycia tworzyw sztucznych

Głównym skutkiem spożycia tworzyw sztucznych jest ich zaleganie w układzie pokarmowym, co może prowadzić do jego zaczopowania, zmniejszonego wchłaniania pokarmu, głodu i śmierci ptaka (O'Hanlon et al. 2017). Poza tym, opisane są przypadki udławień czy uszkodzeń mechanicznych układu pokarmowego (np. Ryan 1989). Podczas spożycia tworzyw sztucznych może dojść do przypadkowego połknięcia substancji toksycznych (np. odpady niebezpieczne – farby, lakiery, baterie, odczynniki chemiczne) oraz patogenów, w wyniku czego może dojść do infekcji, np. wirusem grypy, salmonellą lub do zatrucia jadem kielbasianym (Coulson et al. 1983, Ortiz & Smith, 2009, Jurinović et al. 2014), zmniejszając szanse przeżycia osobnika (Plaza et al. 2017).

Tworzywa sztuczne w gniazdach ptaków

Pierwsza notatka o używaniu tworzyw sztucznych w budowie gniazda ptaków pochodzi z lat 60. ubiegłego wieku i dotyczy strzyżyków śpiewnych *Troglodytes aedon* w Ameryce Północnej (McCabe 1965). Tworzywa sztuczne znajdowane są w gniazdach zarówno u ptaków morskich, jak i lądowych, jednak sposób prowadzonych badań w każdej z tych grup jest odmienny. Badania wśród ptaków morskich dotyczą głównie skali tego zjawiska (liczba gniazd z tworzywami sztucznymi, a liczba gniazd bez nich) w badanej populacji i preferencji kolorystycznych w stosunku do wbudowanych tworzyw sztucznych w gniazda (np. Bond et al. 2012, Tavares et al. 2016). Badania nad ptakami lądowymi dotyczą również skali tego zjawiska w badanych populacjach, jednak starają się znaleźć przyczynę wykorzystywania śmieci w budowie gniazda i behawioralno-ewolucyjne podłoża tego zjawiska (Antczak et al. 2010, Townsend & Barker 2010, Sergio et al. 2011, Jagiello et al. 2018).

Dlaczego ptaki wbudowują tworzywa sztuczne w gniazda?

1. Zwiększanie wytrzymałości struktury poprzez użycie syntetycznych sznurków oraz wpływ środowiska wokół gniazda

Wraz z modernizacją rolnictwa, zwiększeniem udziału upraw wielkopowierzchniowych oraz przenoszeniem zwierząt gospodarskich do zamkniętych pomieszczeń, ilość i dostępność naturalnych materiałów gniazdowych, np. sierści zwierząt gospodarskich, zmniejsza się. Ptaki korzystają więc z nowych, wytrzymałych materiałów, takich jak polipropylenowy sznurek (Antczak et al. 2010, Townsend & Barker 2014, Biddle et al. 2018). Przykładowo, u srokosza *Lanius excubitor* w 98% gniazd (N=317) w 5 lokalizacjach w Polsce stwierdzono obecność sznurka w konstrukcji (Antczak et al. 2010). Wpływ dostępności materiału gniazdowego na jego wykorzystywanie wykazano także u warzęchy małej *Platalea minor*, gniazdującej w silnie przekształconym i zurbanizowanym środowisku – na terenie metropolii Inczon w Korei Południowej. Eksperymentalne udostępnienie naturalnego materiału gniazdowego spowodowało wzrost jego wykorzystania do budowy gniazd i zmniejszenie zużycia śmieci (Lee et al. 2015). Ponadto, w wieloletnich badaniach nad populacją bociana białego na terenie byłego województwa leszczyńskiego wykazano, że liczba i występowanie tworzyw sztucznych w gniazdach zależy od stopnia zanieczyszczenia tworzywami sztucznymi terenu wokół gniazda (Jagiello et al. 2018).

2. Sygnalizacja jakości osobniczej

Jakość osobnika może być sygnalizowana w konstrukcji gniazda. Badania nad kanią czarną *Milvus migrans* wykazują, że liczba białych tworzyw sztucznych (folia) stanowiących materiał gniazdowy, była związana z wiekiem gniazdującej pary oraz jakością osobnika, co wiązało się z wyższym sukcesem rozrodczym. Reasumując, ptaki o wyższej kondycji (osobniki, które osiągnęły wyższy sukces rozrodczy) dekorowały gniazda liczniejszą białą folią niż osobniki o słabej kondycji (Sergio et al. 2011). Z kolei samce altannika lśniącego *Ptilonorhynchus violaceus*, które mają lepiej udekorowane altanki - więcej wbudowanych różnorodnych, kolorowych materiałów (piór, kwiatów, części roślin zielnych, czy niebieskich elementów wykonanych z tworzyw sztucznych - nakrętek i słomek), mają większe szanse na znalezienie partnerki do rozrodu (Borgia 1985).

3. Środek przeciw pasożytniczy

Ptaki używają w budowie gniazd aromatycznych ziół, które wykazują działanie przeciwpasożytnicze i przeciwwgrzybiczne (Lafuma et al. 2001, Gwinner et al. 2008). Przykładowo, występujący na Korsyce podgatunek modraszki *Cyanistes caeruleus ogliastreae* przynosi do gniazd lawendę *Lavandula stoechas*, miętę wonną *Mentha suaveolens* czy kocankę włoską *Helichrysum italicum*, które to rośliny wykazują działanie odkażające, objawiające się mniejszym zapasożyceniem piskląt w gniazdach z ziołami (Petit et al. 2002). Zbliżone działania mogą mieć także śmieci: wróble *Passer domesticus*, dziwonie ogrodowe *Haemorhous mexicanus* w Meksyku oraz śpiewaki *Turdus philomelos* w Nowej Zelandii wyściełają niecki gniazd niedopałkami papierosów (Igic et al. 2009, Suárez-Rodríguez et al. 2012). Badania laboratoryjne wykazały, że krótkoterminowo substancje toksyczne zawarte w filtrach papierosowych (filtry wykonane są z tworzyw sztucznych, które są nośnikami toksycznych związków – ponad 400 substancji) działają przeciwpasożytniczo (Suárez-Rodríguez et al. 2012). Jednak kondycja piskląt z tych gniazd jest niższa w porównaniu do piskląt w gniazdach bez niedopałków, ponieważ substancje te działają toksycznie na DNA, co objawia się deformacją erytrocytów piskląt (Suárez-Rodríguez & Macías García 2014).

Zaplątanie w włóknopodobne tworzywa sztuczne

Tworzywa sztuczne znoszone i/lub wbudowywane przez ptaki do gniazd mogą powodować zaplątanie. Sznurek propylenowy (powszechnie używany w rolnictwie), żyłki nylonowe i linki wędkarskie, metalowe druty są materiałami trwałymi, które mogą powodować poważne uszkodzenie ciała zwierzęcia prowadzące do śmierci (Seacor et al. 2014). Badania nad ptakami morskimi wykazują, że u 25% z 312 przebadanych gatunków ptaków morskich stwierdzono zaplątywanie się w śmieci, np. sznurek polipropylenowy, czy pozostawioną w morzu sieć rybacką (Gall & Thompson 2015). Podczas długoterminowych badań nad bocianem białym odnotowano, że 0,73% piskląt przebywających w gnieździe (N=2043 zbadanych piskląt) uległo zaplątaniu w sznurek polipropylenowy ze skutkiem śmiertelnym. Jednak odsetek ten był prawdopodobnie wyższy ze względu na niską wykrywalność bardzo wczesnych przypadków śmierci piskląt (Jagiello et al. 2018). Z kolei u wrony amerykańskiej *Corvus brachyrhynchos*, aż 5,6% (N=195) piskląt było zaplątanych ze skutkiem śmiertelnym (Townsend & Barker 2010). Ze względu na wzrastające zanieczyszczenie tworzywami sztucznymi oraz letalne skutki zaplątania, zjawisko to powinno podlegać ciągłemu monitoringowi.

Podsumowanie

Globalna produkcja odpadów, w tym tworzyw sztucznych wciąż rośnie (Hoornweg & Bhada-Tata 2012). W związku z tym przewidywany jest coraz większy ich wpływ na środowisko i zwierzęta (Hoornweg et al. 2013). Opisany powyżej negatywny wpływ tworzyw sztucznych na różne aspekty życia ptaków wskazuje na konieczność ciągłego monitoringu zjawiska, zarówno w odniesieniu do ptaków morskich, jak i lądowych (Seacor et al. 2014, Provencher et al. 2017). Zanieczyszczenie środowiska tworzywami sztucznymi, jest dodatkowym, stresogennym czynnikiem antropogenicznym dla ptaków, który może wpływać na poziomie populacyjnym lub gatunkowym, a także pośrednio wpływać na interakcje i zespoły troficzne. Ponadto, prowadzenie monitoringu pozwoli na wprowadzenie adekwatnej i efektywniejszej polityki środowiskowej oraz takie gospodarowanie odpadami, aby w jak najszybszy sposób zmieniać negatywny wpływ tworzyw sztucznych na środowisko.

Summary: The impact of plastic on birds. Since the 1970s, when mass-scale production of plastic started, it contaminates marine, terrestrial and aquatic environments. Plastic does not biodegrade, and during recent decades its production and hence plastic pollution have been increasing, affecting many living organisms. The most endangered by plastic pollution are marine birds: 56% of species were impacted, mainly by entanglement or ingestion. Moreover, both marine and terrestrial birds incorporate anthropogenic materials (mainly plastic) into their nests. The possible reasons involve: 1) availability of plastic, which can replace limited natural nest materials 2) strengthening the nest structure by plastic strings, 3) signaling the quality of an individual, 4) ectoparasite repelling. Plastic pollution of the environment is listed as a major, global problem, so constant monitoring of its influence on birds is necessary.

Literatura

- Antczak M., Hromada M., Czechowski P., Tabor J., Zabłocki P., Grzybek J., Tryjanowski P. 2010. A new material for old solutions – the case of plastic string used in great grey shrike nests. *Acta Ethol.* 13: 87–91.
- Azzarello M.Y., Van-Vleet E.S. 1987. Marine birds and plastic pollution. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 37: 295–303.

- Biddle L.E., Broughton R.E., Goodman A.M., Deeming D.C. 2018. Composition of bird nests is a species specific characteristic. *Avian Biol. Res.* 11: 132–153.
- Bond A.L., Montevecchi W.A., Guse N., Regular P.M., Rail J.F. 2012. Prevalence and composition of fishing gear debris in the nests of northern gannets (*Morus bassanus*) are related to fishing effort. *Mar. Pollut. Bull.* 64: 907–911.
- Bongaarts J. 2009. Human population growth and the demographic transition. *Philos. Trans. Royal Soc. B* 364: 2985–2990.
- Borgia G. 1985. Bowers quality, number of decorations and mating success of male satin bowerbirds (*Ptilonorhynchus violaceus*): an experimental analysis. *Anim. Behav.* 33: 266–271.
- Brongersma L. 1968. Notes upon some turtles from the Canary Islands and from Madeira. *Proc. K. Ned. Akad. Wet. Ser. C Biol. Med. Sci.* 71: 128–136.
- Bourne W. 1978. Nylon netting as a hazard to birds. *Mar. Pollut. Bull.* 8: 1975–1976.
- Caldwell D., Caldwell M., Rice D. 1965. Observations on captive and wild Atlantic bottlenosed dolphins, *Tursiops truncatus*, in the northeastern Gulf of Mexico. *Los Angeles City Museum Contrib. Sci.* 91: 2–10.
- Coulson J.C., Butterfield J., Thomas C. 1983. The herring gull *Larus argentatus* as a likely transmitting agent of *Salmonella montevideo* to sheep and cattle. *J. Hyg.* 91: 437–443.
- Fragkias M., Güneralp B., Seto K.C., Goodness J. 2013. A synthesis of global urbanization projections. In: Elmqvist T., Fragkias M., Goodness J., Güneralp B., Marcotullio P.J., McDonald R.L., Parnell S., Schewenius M., Sendstad M., Karen C. Seto, Wilkinson C. (eds). *Urbanization, biodiversity and ecosystem services: challenges and opportunities*, pp. 409–435. Springer Netherlands, Dordrecht.
- Gall S.C., Thompson R.C. 2015. The impact of debris on marine life. *Mar. Pollut. Bull.* 92: 170–79.
- Gwinner H., Oltrogge M., Trost L., Nienaber U. 2008. Green plants in starling nests: effects on nestlings. *Anim. Behav.* 59: 301–309.
- Henry P., Wey G., Balança G. 2011. Rubber Band Ingestion by a Rubbish Dump Dweller, the White Stork. *Waterbirds* 34: 504–508.
- Hoellein T., Rojas M., Pink A., Gasior J., Kelly J. 2014. Anthropogenic litter in urban freshwater ecosystems: Distribution and microbial interactions. *PLoS ONE* 9: 6.
- Holgersen H. 1961. Norske lomviers vandringer. *Sterna* 4: 229–240.
- Hoorweg D., Bhada-Tata P. 2012. What a waste: a global review of solid waste management. *Urban development series; knowledge papers no. 15: 1–98*. World Bank, Washington, DC.
- Hoorweg D., Bhada-Tata P., Kennedy C. 2013. Waste production must peak this century. *Nature* 502: 615–617.
- Jagiello Z.A., Dylewski Ł., Winiarska D., Zolnierowicz K.M., Tobolka M. 2018. Factors determining the occurrence of anthropogenic materials in nests of the white stork *Ciconia ciconia*. *Environ. Sci. Pollut. R.* 25: 14726–14733.
- Jambeck J.R., Geyer R., Wilcox C., Siegler T.R., Perryman M., Andrady A. 2015. Plastic waste inputs from land into ocean. *Science* 347: 768–771.
- Jurinović L., Savić V., Balenović M., Lisić D., Lucić V. 2014. Virological and serological investigation of avian influenza in black headed gulls captured on a rubbish dump in Zagreb, Croatia. *Vet. Archiv.* 84: 521e528.
- Igic B., Cassey H., Samas P., Grim T., Hauber M.E. 2009. Cigarette butts form a perceptually cryptic component of song thrush (*Turdus philomelos*) nests. *Notornis* 56: 134–138.
- Ilyas M., Ahmad W., Khan H., Yousaf S., Khan K., Nazir S. 2018. Plastic waste as a significant threat to environment – a systematic literature review. *Rev. Environ. Health.* 33: 4.
- Lafuma L., Lambrechts M.M., Raymond M. 2001. Aromatic plants in bird nests as a protection against blood-sucking flying insects? *Behav. Processes* 56: 113–120.
- Lee K., Jang Y.C., Hong S., Lee J., Kwon I.K. 2015. Plastic marine debris used as nesting materials of the endangered species Black-faced Spoonbill *Platalea minor* decreases by conservation activities. *J. Korean Soc. Mar. Environ. Energy* 18: 45–49.
- Kosicki J.Z., Profus P., Dolata P.T., Tobólka M. 2006. Food composition and energy demand of the White Stork *Ciconia ciconia* breeding population. *Literature survey and preliminary results from*

- Poland. In: Tryjanowski P, Sparks T.H., Jerzak L. (eds). The White Stork in Poland: studies in biology, ecology and conservation, pp. 169–183. Bogucki Wyd. Nauk., Poznań.
- O'Hanlon N.J., James N.A., Masden E.A., Bond A.L. 2017. Seabirds and marine plastic debris in the northeastern Atlantic: a synthesis and recommendations for monitoring and research. *Environ. Pollut.* 231: 1291–1301.
- Orłowski G., Książkiewicz-Parulska Z., Karg J., Bocheński M., Jerzak L., Zub K. 2016. Using Soil from Pellets of White Storks *Ciconia Ciconia* to Assess the Number of Earthworms (Lumbricidae) Consumed as Primary and Secondary Prey. *Ibis* 158: 587–597.
- Orłowski G., Karg J., Jerzak L., Bocheński M., Profus P., Książkiewicz-Parulska Z. 2019. Linking land cover satellite data with dietary variation and reproductive output in an opportunistic forager: Arable land use can boost an ontogenetic trophic bottleneck in the White Stork *Ciconia ciconia*. *Sci. Total Environ.* 646: 491–502.
- Ortiz N.E., Smith G.R. 1994. Landfill sites, botulism and gulls. *Epidemiol. Infect.* 112: 385e391.
- Macfadyen G., Huntington T., Cappell R. 2009. Abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper* 523: 115.
- McCabe R.A. 1965. Nest construction by house wrens. *Condor* 67: 229–234.
- Mee A.B., Rideout A., Hamber J.A., Todd J.N., Austin G., Clark M. 2007. Junk ingestion and nestling mortality in a reintroduced population of California condors *Gymnogyps californianus*. *Bird. Conserv. Intl.* 17: 119–30.
- Petit C., Hossaert-Mckay M., Perret P., Blondel J., Lambrechts M.M. 2002. Blue tits use selected plants and olfaction to maintain an aromatic environment for nestlings. *Ecol. Lett.* 5: 585–589.
- Plaza P.I., Lambertucci S.A. 2017. How are garbage dumps impacting vertebrate demography, health, and conservation? *Glob. Ecol. Conserv.* 12: 9–20.
- Provencher J.F., Bond A.L., Avery-Gomm S., Borrelle S.B., Bravo Rebolledo E.L., Hammer S. 2017. Quantifying ingested debris in marine megafauna: a review and recommendations for standardization. *Anal. Methods* 9: 1454–1469.
- Ryan P.G. 1990. The effects of ingested plastic and other marine debris on seabirds. In: Shomuraand R.S., Godfrey M.L. (eds). *Proceedings of the Second International Conference on Marine Debris*, April 2–7, 1989. Honolulu, Hawaii. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Memo. NMFS, NOAA-TM-NMFS-SWFC-154, pp. 623–634.
- Savoca M.S., Wohlfeil M.E., Ebeler S.E., Nevitt G.A. 2016. Marine plastic debris emits a keystone infochemical for olfactory foraging seabirds. *Sci. Adv.* 2: e1600395.
- Schmidt C., Krauth T., Wagner S. 2017. Export of Plastic Debris by Rivers into the Sea. *Environ. Sci. Technol.* 51: 12246–12253.
- Seacor R., Stovar K., Restani M. 2014. Distribution and abundance of baling twine in the landscape near osprey (*Pandion haliaetus*) nests : implications for nestling entanglement. *Can. Field. Nat.* 128: 173–178.
- Sergio F., Blas J., Blanco G., Tanferna A., López L., Lemus J. 2011. Raptor nest decorations are a reliable threat against conspecifics. *Science* 331: 327–330.
- Suárez-Rodríguez M., Lopez-Rull I., Macías Garcia C. 2012. Incorporation of cigarette butts into nests reduces nest ectoparasite load in urban birds: new ingredients for an old recipe? *Biol. Lett.* 9: 20120931.
- Suárez-Rodríguez M., Macías Garcia C. 2014. There is no such a thing as a free cigarette; lining nests with discarded butts brings short-term benefits, but causes toxic damage. *J. Evol. Biol.* 27: 2719–2726.
- Tavares D.C., Da Costa L.L., Rangel D.F., De Moura J.F., Zalmon I.R., Siciliano S. 2016. Nests of the brown booby (*Sula leucogaster*) as a potential indicator of tropical ocean pollution by marine debris. *Ecol. Indic.* 70: 10–14.
- Thompson R.C., Moore C.J., Saal F., Swan S.H. 2009. Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends. *Philos. Trans. Royal Soc. B: Biol. Sci.* 364: 2153–2166.
- Townsend A.K., Barker C.M. 2014. Plastic and the nest entanglement of urban and agricultural crows. *PLoS One* 9: e88006.

- United Nations 2016. Urbanization and development: Emerging futures. World Cities Report 2016. United Nations, Nairobi.
- Wang Y., Chen S., Blair R.B., Jiang P., Ding P. 2009. Nest composition adjustments by chinese bulbuls (*Pycnonotus sinensis*) in an urbanized landscape of Hangzhou (E China). *Acta Ornithol.* 44: 185–192.
- Wilcox C., Van Seville E., Hardesty B.D., 2015. Threat of plastic pollution to seabirds is global, pervasive, and increasing. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 112: 11899–11904.
- Van Franeker J., Meijboom A. 2002. Marine litter monitoring by northern fulmars: a pilot study. *Alterra-rapport 401*, Alterra, Green World Research, Wageningen.
- Young L.C., Vanderlip C., Duffy D.C., Afanasyev V., Shaffer S.A. 2009. Bringing home the trash: do colony-based differences in foraging distribution lead to increased plastic ingestion in laysan albatrosses? *PLoS ONE* 4: 11–13.

Zuzanna Jagiełło

Instytut Zoologii Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu,
Wojska Polskiego 71C, 60-625 Poznań
jagiello.zuzanna@gmail.com