Aspects of the occurrence of intersex individuals in sturgeon populations

Summary

In contrast to the occurrence of hermaphroditic individuals as a reproductive strategy, which is observed in many fish species, intersexuality in sturgeon populations is considered pathological. The presence of intersex individuals has been reported for almost all sturgeon species, for both wild and cultured populations. Intersex individuals usually constitute a small percentage of wild populations. Intersexuality in wild populations is thought to be caused by pollution of the environment with Endocrine Disrupting Chemicals (EDC). Intersex individuals have also been found in cultured populations of various sturgeon species. In aquaculture, the high percentage of intersex individuals is probably partly due to the high content of soy and other phytoestrogen-rich plants in the diet of the sturgeon.

KEY WORDS: sturgeon, intersex, gonads, phytoestrogens

Zawartość wybranych pierwiastków toksycznych w produktach pszczelich

Beata Madras-Majewska, Zygmunt Jasiński, Barbara Zajdel, Jakub Gąbka, Maciej Ochnio, Witold Petryka, Zbigniew Kamiński, Joanna Ścięgosz

Pracownia Pszczelnictwa SGGW w Warszawie

Stopień zanieczyszczenia środowiska ocenia się zwykle metodami fizykochemicznymi, określając stężenie pierwiastków lub związków w powietrzu, wodzie i glebie. Można je także określić metodami biologicznymi. Metody bioindykacyjne znalazły zastosowanie w naukach przyrodniczych, weterynaryjnych, a także zootechnicznych. Rozwój przemysłu, motoryzacji i intensywnego rolnictwa przyczynia się do wzrostu zanieczyszczenia środowiska naturalnego, m.in. pierwiastkami o właściwościach toksycznych, które są kumulowane w biosferze Ziemi i z biegiem czasu wywierają coraz bardziej niekorzystny wpływ na życie biologiczne [6, 31]. Do najbardziej toksycznych pierwiastków należą ołów, kadm i arsen. Pierwiastki te często występują w środowisku w dawkach wyższych niż najwyższe dopuszczalne stężenie i mogą przyczyniać się do powstawania nowotworów u ludzi [17].

Pszczoła miodna *(Apis mellifera* L.*)* jest nierozłącznie związana ze środowiskiem, uzależniona w 100% od roślin, które dostarczają jej nektaru i pyłku. Korzysta też z wydzielin pąków roślinnych, które stanowią surowiec do produkcji propolisu. Obszar jaki oblatują pszczoły z jednej rodziny pszczelej najczęściej rozciąga się w promieniu 1,5-3,0 km od ula, czyli może mieć powierzchnię od 7,0 do ponad 30 km^2 [34]. To powoduje, że w ciągu każdego dnia robotnice oblatują wiele gatunków roślin i odwiedzają tysiące kwiatów. Dzięki temu zgromadzone przez rodzinę pszczelą produkty stanowią zbiorcze próby pochodzące z dużego obszaru. W surowcach zbieranych przez pszczoły oraz w pszczołach skumulowane mogą być także zanieczyszczenia występujące na danym terenie [25, 26]. Dlatego też pszczoły, miód, propolis i inne produkty pszczele mogą stanowić cenny materiał wskaźnikowy przy badaniu stanu skażenia środowiska naturalnego [23, 29]. W wielu publikacjach naukowych znajdują się informacje o zawartości metali ciężkich w produktach pszczelich, zwłaszcza w miodzie, propolisie i obnóżach pyłkowych [1, 2, 13, 22], rzadziej w pierzdze [36]. Istnieje ścisła zależność pomiędzy poziomem kumulacji metali ciężkich w glebie i roślinach a ich zawartością w produktach pszczelich [23, 29].

W związku z powyższym, w Pracowni Pszczelnictwa SGGW w Warszawie od 1998 r. prowadzone są badania nad zawartością metali ciężkich w produktach pszczelich z terenu całej Polski (108 pasiek, 324 rodzin pszczelich). Badano zwartość rtęci i ołowiu w propolisie, miodzie i pierzdze. Na podstawie wyników badań stwierdzono, że zawartość rtęci i ołowiu w miodzie była niska i w żadnej z prób nie przekraczała obowiązujących norm. Jedynym produktem, w którym zawartość rtęci i ołowiu przekraczała normę był propolis. Wykazano, że w większości terenów Polski nie ma zagrożenia skażenia produktów pszczelich rtęcią i ołowiem.

We współpracy z Uniwersytetem Przyrodniczym we Wrocławiu wykonano badania dotyczące określenia stopnia bioakumulacji wybranych pierwiastków o właściwościach toksycznych (cynk, miedź, ołów, arsen i kadm) w miodzie i propolisie pochodzącym z okolic Wrocławia. Zarówno w propolisie, jak i w miodzie stwierdzono taką samą zawartość badanych pierwiastków. Wykazano jednak, że w okolicach Wrocławia, który jest wielką aglomeracją, średnia zawartość ołowiu w 85% próbek przekraczała dwukrotnie dopuszczalne stężenie. Badania potwierdziły tendencję kumulacji większej ilości pierwiastków o właściwościach toksycznych w propolisie.

W badanych produktach pszczelich (propolis, miód pszczeli, pierzga) koncentracja wybranych pierwiastków o właściwościach toksycznych była zróżnicowana. W badaniach własnych [20, 28] wykazano, że najbardziej zanieczyszczony pierwiastkami o właściwościach toksycznych był propolis. Zawartość Hg, Pb, Cd, Cu, As i Zn w tym produkcie pszczelim była najwyższa.

Zawartość pierwiastków toksycznych w propolisie

Istnieje wiele hipotez na temat źródeł powstawania propolisu. Jedna z nich to teoria Küstenmachera z 1907 r. Uważał on, że głównym źródłem propolisu są ziarna pyłku kwiatowego, ponieważ na ich powierzchni znajdują się substancje żywiczne zwane balsamem pyłkowym. Küstenmacher przypuszczał, że pszczoły uwalniają te substancje z pyłku kwiatowego w trakcie karmienia larw. Dwadzieścia lat później Rösch przedstawił zupełnie inną teorię. Według niego propolis powstaje wyłącznie z substancji żywicznych wydzielanych przez pączki liści niektórych drzew liściastych, a także żywic uwalniających się w wyniku pęknięć kory drzew. Obecnie propolis uznawany jest za produkt pochodzenia roślinnego, będący wydzieliną pączków liści niektórych drzew zebraną przez pszczoły. Kit pszczeli wytwarzany jest przez pszczoły na skutek wymieszania zebranych z pąków roślin substancji żywicznych z wydzielinami gruczołów ślinowych. W trakcie przetwarzania surowców na propolis nie zachodzi ich oczyszczanie. Dlatego propolis zawiera bardzo dużo związków mineralnych i pierwiastków, których stężenie odzwierciedla zasobność w nie rejonu, z którego został pobrany [23].

W przeprowadzonych doświadczeniach badano zawartość Hg, Pb, Zn, Cu, As, Cd w propolisie. W badaniach własnych zawartość rtęci (Hg) w propolisie wynosiła średnio 0,0049 mg/kg [20]. W innych badaniach [36] uzyskano wyższy poziom zawartości tego pierwiastka (0,0156 mg/kg). W kolejnych, trwających dwa lata doświadczeniach, w pierwszym roku stwierdzono we wszystkich regionach średnie poniżej 0,03 mg/kg, natomiast w drugim roku były one wyższe i wyniosły: w Opolu – 0,04 mg/kg, w Głogowie – 0,038 mg/kg, w Rudnej – 0,078 mg/kg, a maksymalna zawartość – 0,35 mg/kg [23].

Zawartość ołowiu (Pb) w propolisie w badaniach własnych wahała się w zakresie od 1,2 do 28,47 mg/kg, średnio dla całego kraju wynosiła 9,66 mg/kg [20] i należy ją uznać za wysoką. Podobnie stwierdzono w doświadczeniu przeprowadzonym w ramach współpracy z UP we Wrocławiu – zawartość ołowiu w tym produkcie pszczelim wynosiła średnio 5,74 mg/kg, a maksymalnie 16,86 mg/kg [28]. We wszystkich rejonach, w których badania prowadził Roman [23], zawartość ołowiu w propolisie była bardzo wysoka. Maksymalny poziom koncentracji ołowiu odnotowano w Rudnej – 97,33 mg/kg, średnio było to 17,83 i 6,73 mg/kg (odpowiednio w 1. i 2. roku badań), w rejonie Głogowa średnio 24,02 i 11,48 mg/kg, a w rejonie Opola średnio 13,63 i 6,62 mg/kg. Natomiast w późniejszych badaniach zawartość ołowiu w propolisie z rejonu głogowskiego wyniosła średnio 18,39 mg/kg [24].

Stężenie cynku (Zn) było zróżnicowane (od 16,88 do 99,68 mg/kg) i wynosiło średnio 48,08 mg/kg [28]. Wartości te można uznać za niewielkie zważywszy, że Dogan i wsp. [10] w badanych próbkach propolisu pochodzących z różnych rejonów Turcji stwierdzili 0,176-0,676 mg/g, tj. 176-676 mg/kg. Z kolei Cvek i wsp. [9] wykazali aż 932,6 mg/100 g (tj. 9326 mg/kg).

Średnia zawartość miedzi (Cu) w propolisie wykazana w badaniach własnych wynosiła 6,95 mg/kg [28]. Porównywalne wyniki uzyskano w rejonie Opola – średnio 4,15-5,80 mg/kg [23]. Natomiast na terenie Turcji odnotowano znacznie wyższą koncentrację tego pierwiastka, tj. 45-96 mg/kg [10]. Badania własne wykazały średnią zawartość arsenu (As) na poziomie 0,657 mg/kg [28]. Bardzo zbliżone wyniki otrzymano w propolisie pochodzącym z rejonu przemysłu cementowo-wapiennego (Opole) i Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego (LGOM), odpowiednio 0,561 i 0,670 mg/kg [23]. Poziom kadmu (Cd) w propolisie średnio wynosił 0,194 mg/kg [28]. We wcześniejszych badaniach własnych stwierdzono niższy poziom kadmu w propolisie pochodzącym z rejonu przemysłu miedziowego – średnio od 0,043 do 0,116 mg/kg, ale znacznie wyższy w propolisie pochodzącym z rejonu przemysłu cementowego – średnio od 0,513 do 0,795 mg/kg [23]. Więcej kadmu wykazano również w propolisie z rejonu wałbrzyskiego – średnio 0,26 mg/kg [24].

Zawartość pierwiastków toksycznych w miodzie

Nie tylko propolis, ale również miód może stanowić cenny materiał wskaźnikowy zanieczyszczenia środowiska. Ma on nieco mniejsze znaczenie jako materiał do badań monitoringowych środowiska, natomiast jest wykorzystywany w ramach badań monitoringu żywności [21]. Miód pszczeli jest naturalnym produktem wytworzonym przez pszczoły robotnice z nektaru kwiatowego lub spadzi. Surowce do produkcji miodu pszczoły pozyskują ze środowiska zewnętrznego, dlatego w ich składzie znajdują się także zanieczyszczenia charakterystyczne dla danego środowiska [15]. Jednak pszczoły robotnice w trakcie przetwarzania surowca na miód częściowo oczyszczają go z zanieczyszczeń, w tym z części zawartości metali ciężkich. Dlatego najczęściej w miodzie znajduje się mniej pierwiastków toksycznych niż w surowcu, z którego powstał [15, 27].

W prezentowanych doświadczeniach badano w miodzie zawartość Hg, Pb, Zn, Cu, As i Cd. W badaniach własnych zawartość rtęci (Hg) w miodzie wynosiła średnio 0,00027 mg/kg [20]. Zbliżone wyniki (0,00019 mg/kg) uzyskano w podobnych badaniach Żarskiego i wsp. [36]. W innym doświadczeniu [32] wykazano wyższe zawartości rtęci w miodzie nektarowym pochodzącym zarówno z rejonu niezanieczyszczonego (0,001-0,003 mg/kg), jak i wysoko uprzemysłowionego (0,050-0,212 mg/kg). W cytowanych już badaniach Romana [23], w pierwszym roku badań stężenie rtęci wynosiło nieco poniżej 0,03 mg/kg na terenie całego obszaru doświadczalnego, natomiast w drugim roku w okolicach Rudnej nie przekroczyło 0,026 mg/kg, w Opolu – 0,033 mg/kg, a w Głogowie było wielokrotnie wyższe i wynosiło 0,271 mg/kg [23].

Stwierdzona w badaniach własnych zawartość ołowiu (Pb) w miodzie wynosiła średnio dla całego kraju 0,048 mg/kg i wahała się w zakresie od 0,005 do 0,15 mg/kg [20]. Wielu autorów zagranicznych podaje podobne wartości: 0,09 mg/kg [4]; 0,05 mg/kg [14]; 0,05 mg/kg [35]. Znaczące ilości ołowiu stwierdzono w próbkach miodu wielokwiatowego – średnio 0,98 mg/kg [28]. Porównywalną średnią zawartość Pb wykazano w miodach z rejonu Głogowa – 1,097 mg/kg [23] oraz w miodach z Brazylii – średnio 0,863 µg/g (tj. 0,863 mg/kg) [30]. Natomiast w miodach z rejonu Opola (przemysł cementowy) stwierdzono o połowę niższą zawartość ołowiu [23]. Niskie zawartości tego metalu stwierdzono również w miodach z okolic Rzymu – średnio od 3,30 do 45,00 µg/kg (tj. 0,0033-0,045 mg/kg) [7].

Zawartość cynku (Zn) w miodzie pszczelim wykazana w badaniach własnych [28] było bardzo niska, wynosiła średnio 3,58 mg/kg. Porównywalny poziom zawartości tego pierwiastka w miodzie, wynoszący średnio 3,14 µg/g (tj. 3,14 mg/kg) wykazano w badaniach przeprowadzonych przez Contime [8]. Bardzo podobne wyniki uzyskano w miodach z Turcji, w granicach od 1,1 do 12,7 µg/g (tj. 1,1-12,7 mg/kg) [33].

W badaniach własnych średnia zawartość miedzi (Cu) wynosiła 1,18 mg/kg [28]. Porównywalne ilości miedzi w tym produkcie wykazano w innych doświadczeniach: Yazgan i wsp. [34] – średnio 933 µg/kg (tj. 0,932 mg/kg), Tuzen i wsp. [33] – 0,23-2,41 µg/g (tj. 0,23-2,41 mg/kg), Caroli i wsp. [5] – 0,531-2,117 mg/kg. Znacznie niższe wartości uzyskano w badaniach Fernandeza-Torresa [11] – średnio 57,6-141,0 ng/g (tj. 0,0576-0,141 mg/kg) oraz Forte i wsp. [12] – średnio 219 µg/kg (tj. 0,219 mg/kg). Jedynie w miodach pochodzących z rejonu Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego (LGOM) stwierdzono wyższą koncentrację miedzi, średnio do 6,178 mg/kg [23].

Badania własne wykazały, że w miodzie pszczelim z rejonu Wrocławia średni poziom arsenu (As) nie przekraczał dopusz-

czalnej normy (0,20 mg/kg) i wynosił 0,106 mg/kg [28]. Znacznie niższy poziom zawartości tego pierwiastka stwierdzili Caroli i wsp. [5] – średnio od 1,28 do 3,18 ng/g (tj. 0,00128-0,00318 mg/kg) oraz Forte i wsp. [12] – średnio od 1,10 do 5,99 µg/kg (tj. 0,0011-0,00599 mg/kg). Z kolei Roman [23] w swoich wcześniejszych badaniach wykazał średnie stężenie arsenu w granicach od 0,052 do 0,156 mg/kg, a w miodzie z rejonu przemysłu miedziowego średnio od 0,037 do 0,368 mg/kg.

Zawartość kadmu (Cd) w miodzie była prawie 4-krotnie niższa niż w propolisie i wynosiła średnio 0,052 mg/kg. Zdecydowanie więcej tego pierwiastka wykazano w miodzie pochodzącym z Turcji – od 0,9 do 17,9 µg/kg (tj. 0,0009-0,0179 mg/kg) [33]. Bardzo niską zawartość kadmu, wynoszącą od 0,59 do 0,70 ng/g (tj. 0,00059-0,0007 mg/kg), uzyskali Caroli i wsp. [5]. Jones [16] stwierdził bardzo zróżnicowane zawartości kadmu w miodzie – od 0,3 do 300 ng/g (tj. od 0,0003 do 0,30 mg/kg).

Zawartość pierwiastków toksycznych w pierzdze

W diagnozowaniu zanieczyszczeń środowiska znaczną wartość ma badanie pyłku gromadzonego przez pszczoły i tworzonej z niego pierzgi [3]. W przedstawionych doświadczeniach zbadano w pierzdze zawartość rtęci i ołowiu. Zawartość rtęci (Hg) w pierzdze wynosiła średnio dla całego kraju 0,00091 mg/kg. Generalnie zawartość tego pierwiastka wahała się na terenie Polski w zakresie od 0,00018 do 0,00795 mg/kg [20]. Podobne wyniki otrzymano w doświadczeniu Żarskiego i wsp. [36], średnio 0,0008 mg/kg.

Zawartość ołowiu (Pb) w pierzdze wahała się w badaniach własnych w zakresie od 0,041 do 0,447 mg/kg, a średnia dla całego kraju wynosiła 0,28 mg/kg [20]. W innym doświadczeniu przeprowadzonym na terenie Polski [18] stwierdzono zdecydowanie wyższe zawartości ołowiu w obnóżach i pierzdze, kształtujące się na poziomie 10,87 mg/kg. Natomiast jeszcze wyższe zawartości ołowiu – od 6 do 15 mg/kg, wykazano w pyłku i w pierzdze pozyskanych z okolic sąsiadujących z autostradą w Kalifornii [19].

Podsumowanie

Wyniki badań własnych oraz przegląd wyników uzyskanych przez innych autorów pozwalają stwierdzić jednoznacznie, że zawartość pierwiastków toksycznych w produktach pszczelich uzależniona jest od stanu zanieczyszczenia środowiska w rejonie pobierania próbek. Dlatego uważa się, że produkty pszczele, w tym propolis i miód, mogą być wykorzystywane jako bioindykatory zanieczyszczenia środowiska, np. metalami ciężkimi.

Autorzy składają podziękowania Panu dr. hab. Adamowi Romanowi prof. UP we Wrocławiu za owocną współpracę.

Literatura: 1. Accorti M., Guarcini R., Modi G., Persano-oddo L., 1990 – Apicoltura 6, 43-55. **2. Accorti M., Persano-Oddo L.**, 1986 – Informatore Agrario 42, 39-41. **3. Altmann G.**, 1985 – Apidologie 16(3), 197-198. **4. Bogdanov S., Zimmeril B., Erard M.**, 1986 – Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmittelunstersuchung und Hygienene 77, 153-158. **5. Caroli S., Forte G., Alessandrwlli M., Cresti R., Spagnoli M., D'ilio S., Pawules J., Kramer G.N.**, 2000 – Microchemical J. 67, 227-233. **6. Chlopecka A., Bacon J.R., Wilson M.J., Kay J.**, 1996 – J. Environ. Qual. 25, 69-79. **7. Conti M.E., Botre F.,** 2001 – Environ. Monitoring and Assessment. 69, 267--282. **8. Contime E.,** 2000 – Food Control 11(6), 459-463. **9. Cvek J., Medic-Saric M., Vitali D., Vedrina-Dragojevic I., Smit Z., Tomić S.**, 2008 – J. Apicult. Res. 47, 35-45. **10. Dogan M., Silici S., Saraymen R. Ilhan I.O.**, 2006 – Acta Alimentaria 35, 127-130. **11. Fernandez-Torres R., Perez-Bernal J.L., Bello-Lopez M.A., Callejon-Allejon M., Jimenez-Sanchez J.C., Guiraum-Perez A.**, 2005 – Talanta 65(3), 686-691. **12. Forte G., D'ilio S., Caroli S.**, 2001 – J. AOAC Internat. 84(6), 1972-1975. **13. Frazzoli C., D'ilio S., Bocca B.,** 2007 – Analytical Letters 40, 1992-2004**. 14. Głoskokov W.G.**, 1983 – Pczełovodstvo 4, 30. **15. Jabłoński B., Kołtowski Z., Marcinkowski J., Rybak-Chmielewska H., Szczęsna T., Warakomska Z.**, 1995 – Apicult. Sci. Exercise Books 2, 129-144. **16**. **Jones K.C.**, 1987 – Water, Air, and Soil Pollution 33, 179-189. **17. Kabata-Pendias A., Pendias H.,** 1999 – Biogeochemia pierwiastków śladowych. PWN, Warszawa. **18. Lipińska J., Zalewski W.**, 1989 – Pszczel. Zesz. Nauk. 33, 113-120. **19. Loper G.M., Standifer L.N., Thompson J., Gilliam M.**, 1980 – Apidologie 11(1), 63. **20. Madras-Majewska B.**, 2003 – Praca doktorska. SGGW. **21. Muszyńska J.,** 1995 – Med. Weter. 51(8), 457-458. **22. Pohl P., Sergiel I., Stecka H.**, 2009 – Critical Rev. Analytical Chemistry 39, 276-288. **23. Roman A.**, 1997 – Scientific Exercise Books Agricult. Univ. Wrocław 323, 175--193. **24. Roman A.,** 2000 – Apicult. Sci. Exercise Books, Supl. 1, 76-77. **25. Roman A.,** 2009 – Polish J. Environ. Stud. 18, 2, 265-272. **26. Roman A.,** 2010 – Polish J. Environ. Stud. 19, 3, 663-669. **27. Roman A., Deneńczuk D.,** 2003 – Horticulture 25, 19-30. **28. Roman A., Madras-Majewska B., Popiela-Pleban E.**, 2011 – J. Apicult. Sci. 55(2), 97-106. **29. Rosa J.,** 2006 – Sumarski List. 130, 493-509. **30. Sodre G.D.S., Marchini L.C., Zuccchi O.L.A.D., Nascimento Filho V.F., Otsuk I.P., Moreti A.C.D.C.C.**, 2007 – Quimica Nova 30, 920-924**. 31. Street R.A., Kulkarni M.G., Stirk W.A., Southway C., Abdillahi H.S., Chinsamy M., Van Staden J.**, 2009 – South African J. Botany 75, 611-616. **32. Toporčak J., Lgath J., Kulkova J.**, 1992 – Med. Weter. 37(7), 405-412. **33. Tuzen M., Silici S., Mendil D., Soylak M.**, 2007 – Food Chemistry 103, 325-330**. 34. Yazgan S., Horn H., Isengard H.-D.,** 2006 – Deutsche Lebensmittel-Rundschau 102, 192-194. **35. Zalewski W., Szymaniuk J.**, 1987 – Pszczelarstwo 36 (20), 3. **36. Żarski T., Żarska H., Jasiński Z, Fliszkiewicz C.**,1996 – Pszczel. Zesz. Nauk. 60(1), 185-190.

Content of selected toxic elements in bee products

Summary

The development of industry, intensive agriculture and the automotive industry has contributed to a massive increase in pollution of the environment. The many pollutants accumulating in the environment include toxic elements (Hg, Zn, Cu, Pb, As, Cd) whose natural content in soil and the atmosphere is very small. Honeybees (*Apis mellifera* L.) are entirely dependent on flowering plants that provide them with nectar and pollen. They also make use of plant buds, from which they collect propolis. Therefore, since 1998 in the Apiculture Department of the Faculty of Animal Science research has been conducted on the content of heavy metals in bee products from all over Poland (108 apiaries, 324 colonies). The content of mercury and lead in propolis, honey and beebread was analysed. The results obtained were satisfactory, as the average mercury content (0.00027 mg/kg) and lead content (0.0485 mg/kg) of honey was low and did not exceed accepted norms in any of the samples tested. Moreover, the average content of mercury (0.00091 mg/kg) and lead (0.2885 mg/kg) in the beebread did not exceed the norms in any of the samples. The only product in which the average content of mercury (0.00491 mg/kg) and lead (9.6621 mg/kg) exceeded the norm was propolis. The results show that in most areas of Poland there is no danger of contamination of bee products with mercury and lead. Our findings and a review of the results of other authors clearly indicate that bee products such as propolis, honey and beebread can be used as bioindicators of environmental pollutants such as heavy metals.

KEY WORDS: bee products, heavy metals, accumulation