

ADAM ROMAN

ZAWARTOŚĆ WYBRANYCH PIERWIASTKÓW W PRODUKTACH PSZCZELICH Z REJONU DOLNEGO ŚLĄSKA

Streszczenie

Badania ilościowe zawartości wybranych pierwiastków: kadmu, chromu, arsenu i ołowiu, w miodzie wielokwiatowym, propolisie i pyłku kwiatowym (obnóża) wykonano metodą spektrometrii plazmowej (ICP). Produkty pszczele pobierano prosto z rodzin w pasiekach usytuowanych w trzech rejonach: opolskim, wałbrzyskim i wrocławskim. Łącznie pobrano 135 prób.

Badania wykazały, że największą zawartością chromu charakteryzowały się produkty z rejonu opolskiego: od 0,22 mg/kg s.m. w miodzie do 1,50 mg/kg s.m. w propolisie. Arsen, w największych ilościach był obecny w produktach z rejonu wrocławskiego: od 0,17 mg/kg s.m. w miodzie do 0,69 mg/kg s.m. w propolisie. Pierwiastkiem dominującym we wszystkich produktach okazał się ołów, którego koncentracja w propolisie (rejon wrocławski) osiągnęła poziom 18,40 mg/kg s.m. Należy stwierdzić, że najwyższy poziom badanych pierwiastków był w propolisie i niezależnie od rejonu pochodzenia prób przekraczał dopuszczalne normy, natomiast najniższy (oprócz ołowiu) wykazano w miodzie pszczelim. Pyłek kwiatowy pod tym względem wykazał się wartościami pośrednimi.

Słowa kluczowe: miód, pyłek, propolis, kadm, chrom, arsen, ołów.

Wprowadzenie

Miód i pyłek kwiatowy są pełnowartościowymi pokarmami pszczół. Miód jest przede wszystkim pokarmem węglowodanowym (energetycznym), zaś pyłek – białkowym. Propolis natomiast jest produktem, dzięki któremu pszczoły zabezpieczają ul przed nadmiernym pochłanianiem wilgoci i gniciem, polerują i dezynfekują komórki plastrów przed złożeniem w nich jaj przez matkę pszczelą, a także uszczelniają nim ul, zwłaszcza przed zimą.

Nie tylko miód, ale i inne produkty pszczele, dzięki swoim cennym właściwościom, znalazły zastosowanie jako środki spożywcze, dietetyczne i leczniczo-profilaktyczne, zastępując niejednokrotnie z dużym powodzeniem wiele chemioter-

peutyków [4]. O wartości produktów pszczelich decyduje zarówno zawartość węglowodanów, białek, enzymów i in., jak i zawartość makro- i mikroelementów.

Niektóre pierwiastki śladowe (np. chrom, cynk, miedź, żelazo) są niezbędne w prawidłowym funkcjonowaniu organizmów ludzi i zwierząt, gdyż wchodzi w struktury związków fizjologicznie czynnych, np. enzymów. Jednak ich nadmiar może powodować różnorodne zaburzenia w organizmie, z działaniem toksycznym włącznie.

Istnieje także wiele pierwiastków (np. arsen, ołów, kadm), które nie mają znaczenia dla organizmu, natomiast wykazują działanie szkodliwe, a nawet silnie toksyczne [10].

W wyniku działalności człowieka znacznie wzrosła podaż pierwiastków toksycznych do środowiska. Poważnym zagrożeniem stała się kumulacja niektórych pierwiastków o właściwościach toksycznych w tym środowisku. To spowodowało, że również w produktach pszczelich zawartość wymienionych pierwiastków może stać się problemem [1, 2, 3, 23, 28]. Tym bardziej, że pszczoły na swoje potrzeby pozyskują surowce z rejonu o ograniczonym zasięgu (do 2–3 km od ula) i są nierozdzielnie związane z danym środowiskiem, niezależnie od jego stanu. Dzięki temu pszczoły i ich produkty można wykorzystywać jako wskaźniki stanu zanieczyszczenia środowiska pierwiastkami o właściwościach toksycznych [14, 20].

Celem pracy była ocena zawartości wybranych pierwiastków o właściwościach toksycznych, takich jak: ołów (Pb), kadm (Cd), chrom (Cr) i arsen (As) w wielokwiatowym miodzie pszczelim, propolisie i pyłku kwiatowym, pochodzących z trzech rejonów Dolnego Śląska.

Materiał i metody badań

Próby materiału biologicznego pobierano do czystych pojemników plastikowych, bezpośrednio z kilku losowo wybranych, w wyznaczonych pasiekach, rodzin pszczelich. Pobrano po 45 próbek miodu wielokwiatowego, propolisu i pyłku kwiatowego z trzech rejonów Dolnego Śląska: wałbrzyskiego, wrocławskiego i opolskiego. Pasieki, w których pobierano produkty do badań zlokalizowane były w odległości do 10 km od głównych miast danych rejonów (Wałbrzycha, Wrocławia i Opoli). Badaniami objęto po 5 pasiek w każdym rejonie.

Materiał badawczy stanowiły:

- miód wielokwiatowy – pozyskiwany bezpośrednio z plastrów, w ilości ok. 50 g z ula;
- propolis (kit pszczelej) – zeskrobywany z listewek ramkowych i powałkowych wyjmowanych bezpośrednio z uli, w ilości ok. 20 g z ula;
- pyłek kwiatowy w postaci obnóży – zbierany dzięki zastosowanym poławiaczom pyłku typu wylotkowego o 5 mm oczkach w płytce strącającej, z każdego pnia wykonano po 5 pobrań, z których zrobiono zbiorcze próbki o masie ok. 30 g z każdej rodziny pszczelej.

W sumie do badań laboratoryjnych pobrano 135 prób materiału biologicznego. Próby pobierano w czerwcu 2002 r.

Materiał biologiczny ujednolicono: miód dokładnie wymieszano, propolis rozdrobniono (zamrożono i rozkruszono), a obnóża pyłkowe wysuszone, dokładnie rozdrobniono (zmielono) i wymieszano każdą próbkę z osobna.

Z każdej próby wykonywano naważki po 1000 mg materiału, które traktowano stężonym roztworem kwasu azotowego (spektralnie czystego), a następnie mineralizowano techniką mikrofalową „na mokro” w szczelnie zamkniętym piecu mikrofalowym, 14-stanowiskowym typu MARS 5, firmy CEM (USA). Dodatkowo z każdej próbki pobierano naważki 1000 mg do wysuszenia, w celu określenia suchej masy.

Analizę ilościową ołowiu, kadmu, chromu i arsenu wykonywano spektrometrem plazmowym ICP AES firmy Varian.

Oznaczenie ilościowe kadmu, chromu i ołowiu wykonywano w sposób konwencjonalny, natomiast arsenu z wykorzystaniem programu analitycznego tzw. hybrid program, polegającego na wzbudzeniu pierwiastków w formie wodorków. Krzywe kalibracji poszczególnych pierwiastków wyznaczono przy użyciu wzorców ICP [8].

Do oceny stężenia poszczególnych pierwiastków o działaniu toksycznym w badanych produktach pszczelich posłużono się wartościami określonymi przez normy jako najwyższe dopuszczalne stężenia (NDS): w miodzie wg PN-88/A-77626, w pyłku kwiatowym wg PN-R-78893 i w propolisie wg PN-P-77627 [15, 17–19].

Uzyskane wyniki analiz laboratoryjnych opracowano statystycznie z wykorzystaniem programu komputerowego Statgraphics ver. 5.0.

Wyniki i dyskusja

Wyniki zawartości wybranych pierwiastków w miodzie, pyłku kwiatowym i propolisie przedstawiono w tab. 1.

W badaniach wykazano dość wyraźną rejonizację występowania arsenu i chromu. Najwyższą zawartość arsenu wykryto we wszystkich badanych produktach pochodzących z rejonu wrocławskiego, natomiast chromu w produktach z rejonu opolskiego. Kadm i ołów okazały się metalami o mniej wyraźnej rejonizacji występowania, jednak ze skłonnością do wyższych stężeń w dwóch rejonach: wałbrzyskim i wrocławskim. Wysoka koncentracja chromu w rejonie opolskim związana była prawdopodobnie z występującym tam przemysłem cementowym, którego charakterystycznym zanieczyszczeniem jest właśnie ten metal, co wykazały badania Setha i Pandey'a [25].

Spośród wszystkich zebranych prób produktów pszczelich, niezależnie od rejonu ich pochodzenia, najwyższe poziomy koncentracji badanych pierwiastków stwierdzono w propolisie. Wytłumaczeniem może być fakt, że produkt ten wytwarzany jest przez pszczoły z lepkich substancji zbieranych z zewnętrznych części roślin (np.

z paków), do których bardzo łatwo przywierają różnorodne zanieczyszczenia mechaniczne, w tym także zawierające metale ciężkie.

Miód wielokwiatowy był produktem bardziej czystym pod względem zawartości metali toksycznych, co związane jest z procesem oczyszczania surowca miodowego w trakcie jego przetwarzania na miód w wolu miodnym pszczoły. Znaczna część zanieczyszczeń mechanicznych, a wraz z nimi ponad 20% metali ciężkich zostaje wychwycona z surowca przez układ pokarmowy. Dzięki temu w miodzie znajdują się mniejsze ilości tych pierwiastków niż w surowcu, z którego on powstał [9].

Zawartość analizowanych pierwiastków w pyłku kwiatowym była bardziej zbliżona do ich poziomu w miodzie niż w propolisie.

Tabela 1

Koncentracja pierwiastków o właściwościach toksycznych w badanych produktach pszczelich.
The concentration of elements showing toxic properties in bee products under investigation.

Lp. Number	Rejon Region	Produkt pszczeli Bee product	Wyszczególnienie Specification	Zawartość pierwiastków [mg/kg s.m] Element contents [mg/kg of dry mat- ters]			
				As	Cd	Cr	Pb
1.	Wałbrzych District	Miód Honey	min.	0,01	0,046	0,01	0,44
2.			max.	0,17	0,09	0,47	0,71
3.			\bar{x}	0,04 ^A	0,05 ^C	0,11 ^G	0,51 ^d
4.		Pyłek kwia- towy Pollen	min.	0,10	0,001	0,08	0,03
5.			max.	0,76	0,09	0,41	0,35
6.			\bar{x}	0,33	0,035	0,16 ^I	0,17
7.		Propolis	min.	0,01	0,08	0,23	0,70
8.			max.	1,88	0,81	2,97	16,85
9.			\bar{x}	0,66	0,26 ^F	1,01	6,37 ^K
10.	Wrocław District	Miód Honey	min.	0,10	0,005	0,012	0,22
11.			max.	0,26	0,11	0,31	2,03
12.			\bar{x}	0,17 ^A	0,03	0,15 ^b	0,68 ^J
13.		Pyłek kwia- towy Pollen	min.	0,06	0,001	0,06	0,03
14.			max.	0,89	0,05	0,25	0,20
15.			\bar{x}	0,34 ^a	0,012	0,14 ^H	0,09
16.		Propolis	min.	0,01	0,03	0,19	9,30
17.			max.	1,43	0,28	2,17	28,30
18.			\bar{x}	0,69	0,09 ^E	0,92 ^c	18,40 ^{K,L}

c.d. tabeli 1

19.	Opole District	Miód Honey	min.	0,02	0,001	0,06	0,012
20.			max.	0,12	0,05	0,50	0,84
21.			\bar{x}	0,033 ^B	0,006 ^C	0,22 ^{Gb}	0,17 ^{Jd}
22.		Pyłek kwia- towy Pollen	min.	0,14	0,001	0,10	0,03
23.			max.	0,32	0,05	0,95	0,25
24.			\bar{x}	0,23 ^a	0,02	0,38 ^{H1}	0,11
25.		Propolis	min.	0,01	0,04	0,40	1,51
26.			max.	1,37	8,60	9,02	19,80
27.			\bar{x}	0,54	0,80 ^{EF}	1,50 ^c	6,64 ^L
28.	NDS	Miód / Honey		0,24	0,12	0,14*	0,50
29.		Pyłek kwiatowy / Pollen		0,20	0,125	0,14*	0,50
30.		Propolis		0,20	0,12	0,14*	0,50

Objaśnienia: / Explanatory notes:

NDS – najwyższe dopuszczalne stężenie wg PN / the highest admissible concentration under the Polish Norm;

* – najwyższa zawartość uznana za naturalną w produktach spożywczych / the highest content in food products that is deemed as organically normal;

^{A-L} – te same litery w kolumnach oznaczają różnice statystycznie wysoko istotnie na poziomie $P \leq 0,01$ między rejonami (te same produkty) / the identical letters in columns stand for statistically highly significant differences at $P \leq 0,01$ among the regions concerned (with regard to the same products);

^{a-d} – te same litery w kolumnach oznaczają różnice statystycznie istotnie na poziomie $P \leq 0,05$ między rejonami (te same produkty) / the identical letters in columns stand for statistically significant differences $P \leq 0,05$ between regions (the same products).

Rozpatrując zawartość badanych metali w propolisie wykazano, że najwyższym stężeniem charakteryzował się ołów, którego średni poziom w produkcie pochodzącym z rejonu wrocławskiego wynosił aż 18,40 mg/kg s.m. (max 28,30 mg/kg s.m.). Wartość ta była prawie 3-krotnie wyższa niż w propolisie z pozostałych dwóch rejonów, gdyż w rejonie wałbrzyskim stwierdzono średnio 6,37 mg Pb/kg s.m., a w opolskim 6,64 mg/kg s.m. Pomiedzy rejonem wrocławskim i dwoma pozostałymi odnotowano statystycznie wysoko istotne różnice w zawartości ołowiu w kicie pszczelim. Uzyskane wyniki potwierdzają wcześniejsze badania Romana [20, 21], w których wykazał on olbrzymi rozrzut zawartości ołowiu, od 1,50 do 97,33 mg/kg s.m., w próbach propolisu z różnych rejonów. Wszystkie stwierdzone średnie zawartości Pb wielokrotnie przekraczały najwyższą dopuszczalną normę [18], którą musiałby propolis spełniać, gdyby miał być wykorzystany do celów profilaktyczno-leczniczych.

Wyraźne przekroczenie NDS w przypadku ołowiu stwierdzono również w miodzie pochodzącym z rejonu wrocławskiego, w którym średnia jego zawartość wynosiła 0,68 mg Pb/kg s.m., natomiast nieznaczne przekroczenie normy (o 2%) wykryto w miodzie z rejonu wałbrzyskiego – 0,51 mg/kg s.m. Wielu autorów [14, 20, 28]

podkreśla, że miód jest produktem pszczelim o najniższym stopniu zanieczyszczenia metalami ciężkimi. Jednak w zależności od miejsca pochodzenia, zawartość ołowiu w miodzie może osiągać wartość 0,846 mg/kg s.m., jak podają Jabłoński i wsp. [9], a nawet 1,93 mg/kg s.m., jak wykazali Dobrzański i wsp. [5]. Na poziomie podobnym do wyników badań własnych, koncentrację Pb w miodzie przytaczają Gliński i Grzegorzczak [7] – od 0,30 do 0,69 mg/kg.

W badaniach własnych najniższe zawartości ołowiu stwierdzono w pyłku kwiatowym. Niezależnie od rejonu jego pochodzenia, średnie koncentracje tego metalu były znacznie poniżej określonej normy, nawet wartości maksymalne nie przekraczały stężenia 0,35 mg/kg s.m. Kilkakrotnie wyższe stężenia ołowiu w obnóżach pyłkowych z rejonu Puław, w zakresie od 0,45 do 0,98 mg/kg, uzyskali Szczesna i wsp. [26], a także Konopacka i wsp. [11] – w granicach od 0,66 do 1,69 mg/kg.

Chrom jest pierwiastkiem, którego zawartość w produktach pszczelich nie jest limitowana przez Polską Normę, czasami jednak określa się tzw. zawartość uznaną za naturalną, która w odniesieniu do produktów spożywczych wynosi do 0,14 mg/kg s.m. (0,12 mg/kg świeżej masy miodu). Najwyższe średnie stężenie tego pierwiastka wykazano w produktach pszczelich pochodzących z rejonu opolskiego: w propolisie – 1,50 (max 9,02 mg/kg s.m.), w pyłku – 0,38, a w miodzie – 0,22 mg/kg s.m. W pozostałych dwóch rejonach zawartość tego metalu w miodzie i pyłku oscylowała na granicy wartości uznanych za naturalne, natomiast w propolisie były znacznie wyższe, nawet kilkakrotnie. Roman w swoich badaniach [20] także uzyskał duży rozrzut wyników dotyczących zawartości chromu w propolisie. Średnie poziomy tego metalu, w zależności od rejonu pochodzenia propolisu, wynosiły od 0,88 do 1,93 mg/kg s.m., ale w poszczególnych próbach zakres wartości był znacznie większy – od 0,18 do 9,13 mg/kg s.m. W innej pracy tego samego autora [22], dotyczącej zawartości niektórych metali ciężkich w pyłku kwiatowym, wykazano, że koncentracja w nim chromu nieznacznie uzależniona była od postaci pozyskiwanego pyłku (obnoża lub pierzga). W dostępnej literaturze przytaczane są bardzo zbliżone do uzyskanych wyników zawartości chromu w miodzie pszczelim. Marletto i Ferrazzi [13], którzy w miodach z okolic Turynu określili zawartość chromu na poziomie 0,20 mg/kg, a Petrovič i wsp. [16] w miodach z Chorwacji – od 0,103 do 0,152 mg/kg. Najniższe dane prezentują Gajewska i wsp. [6], gdyż od 0,04 mg/kg w miodach polskich do 0,06 mg/kg w miodach importowanych, podobne wartości podaje także Ruhnke [24].

Arsen, jako pierwiastek tworzący związki silnie toksyczne (np. arszenik), jest elementem niepożądanym w miodzie pszczelim. W badaniach własnych jego koncentrację w miodzie wielokwiatowym określono na poziomie dopuszczalnym przez normy. Najwyższą średnią zawartość arsenu 0,17 mg/kg s.m. stwierdzono w miodzie z rejonu wrocławskiego. Natomiast w miodzie z dwóch pozostałych rejonów średnie zawartości As były wręcz śladowe, gdyż nie przekraczały 0,04 mg/kg s.m. Bardzo

zbliżone wielkości kumulacji arsenu w miodzie wielokwiatowym z rejonu Zagłębia Miedziowego w zakresie od 0,024 do 0,303 mg/kg s.m. uzyskali Dobrzański i wsp. [5]. Natomiast Gajewska i wsp. [6] w miodach krajowych nie stwierdzali w ogóle arsenu, a w miodach importowanych maksymalnie do 0,13 mg/kg.

Znacznie większe ilości arsenu stwierdzono w pyłku kwiatowym, od 0,23 mg/kg s.m. z rejonu opolskiego do 0,34 mg/kg s.m. z rejonu wrocławskiego. Natomiast w propolisie odnotowano prawie 2-krotnie większy poziom kumulacji tego pierwiastka niż w pyłku. W dostępnej literaturze bardzo niewiele miejsca poświęcono zawartości arsenu w pyłku kwiatowym i propolisie. Jedyne Roman [20, 21] w swoich badaniach przytacza wielkości koncentracji arsenu w propolisie w zakresie od 0,049 do 0,67 mg/kg s.m., w zależności od rejonu pochodzenia prób. Podobnie w późniejszych badaniach autor ten [22] wykazał zawartość arsenu w pyłku kwiatowym w postaci obnóży na średnim poziomie 0,33 mg/kg s.m.

Kadm, podobnie jak ołów i arsen, jest niepożądany w produktach spożywczych i paszach [10]. Dlatego jego zawartość w produktach pszczelich również powinna być jak najniższa. W badaniach własnych wykazano, że średnie stężenie Cd w miodzie i pyłku kwiatowym kształtowało się na niskim poziomie i nie przekroczyło NDS. Rejonem, w którym kadm wykazał się najwyższym poziomem kumulacji w miodzie i pyłku okazał się rejon wałbrzyski, gdzie zawartość tego pierwiastka wynosiła odpowiednio 0,05 i 0,035 mg/kg s.m. W pozostałych dwóch rejonach była ona znacznie niższa w tych produktach. Porównywalne, do stwierdzonych ilości kadmu w miodzie wielokwiatowym na poziomie 0,043 mg/kg s.m., przytaczają w swojej pracy Szczęsna i Rybak-Chmielewska, za Migulą, [27], a także Jabłoński i wsp. [9], podający średnie w zakresie od 0,017 do 0,027 mg/kg s.m. Znacznie większy rozrzut wyników dotyczących zawartości kadmu w miodach nektarowych od 0,002 do 0,022 mg/kg wykazali Lipińska i Zalewski [12]. Ci sami autorzy [12] określili koncentrację kadmu w obnóżach pyłkowych na poziomie od 0,053 do 0,191 mg/kg, bardzo podobne wyniki uzyskali Szczęsna i wsp. [26] – 0,032 do 0,154 mg/kg, natomiast Jabłoński i wsp. [9] od 0,052 do 0,085 mg/kg s.m. Konopacka i wsp. [11] wykazali w obnóżach pyłkowych z okolic Puław zawartość kadmu od 0,101 do 0,263 mg/kg, przewyższające kilkakrotnie uzyskane w badaniach własnych. Najbardziej zanieczyszczony kadmem okazał się propolis, z tym, że najwyższe stężenie Cd stwierdzono w próbach pochodzących z rejonu opolskiego, gdzie osiągnęło średnią wartość 0,80 mg/kg s.m. We wcześniejszych badaniach Roman [20] wykazał, że w propolisie z rejonu opolskiego zawartość kadmu kształtowała się w granicach od 0,04 do 8,57 mg/kg s.m., natomiast z rejonu Zagłębia Miedziowego od 0,005 do 0,337 mg/kg s.m. Z tego wynika, że kumulacja kadmu w propolisie była uzależniona od rejonu pochodzenia prób, a tym samym podaż tego metalu, w postaci różnych zanieczyszczeń, do środowiska [21].

W badaniach dowiedziono statystycznie istotnych i wysoko istotnych różnic w zawartości poszczególnych pierwiastków w produktach pszczelich pomiędzy rejonami ich pochodzenia. Świadczy to o zależności poziomu kumulacji tych metali w produktach pszczelich od stanu zanieczyszczenia nimi środowiska w danym rejonie.

Na podstawie przeprowadzonych badań własnych potwierdzono, że w produktach pszczelich znajdują się pewne ilości pierwiastków śladowych i toksycznych. Najniższe stężenia badanych pierwiastków (oprócz ołowiu) znajdowały się w miodzie, natomiast najwyższe występowały w propolisie, niezależnie od rejonu pochodzenia prób.

Wnioski

1. Najbardziej charakterystycznym pierwiastkiem toksycznym występującym w produktach pszczelich z rejonu wrocławskiego był arsen, natomiast z rejonu opolskiego chrom.
2. Kolejność wielkości kumulacji metali ciężkich i arsenu była następująca: w miodzie i propolisie – $Pb > Cr > As > Cd$, a w pyłku kwiatowym – $As > Cr > Pb > Cd$.
3. Przekroczenie dopuszczalnych norm zawartości ołowiu stwierdzono w miodzie pszczelim wielokwiatowym z rejonu wrocławskiego – o 36%, a z rejonu wałbrzyskiego o 2%.
4. Zawartość arsenu w pyłku kwiatowym przekroczyła dopuszczalną normę o 15 do 70% w zależności od rejonu jego pochodzenia.
5. Koncentracja chromu we wszystkich badanych produktach pochodzących z rejonu opolskiego znacznie przekroczyła określoną tzw. zawartość naturalną.
6. Niezależnie od rejonu pochodzenia prób, średnie zawartości badanych pierwiastków w propolisie były wyższe niż najwyższe dopuszczalne stężenie.

Literatura

- [1] Alcici N.M.F., Mizrahi A., Lensky Y.: Heavy metals in propolis; practical and simple procedures to reduce the lead level in the Brazilian propolis; Bee products: properties, applications and apitherapy. 1997, pp. 231-238.
- [2] Balestra V., Celli G., Porrini C.: Bees, honey, larvae and pollen in bio-monitoring of atmospheric pollution. *Aerobiology*, 1992, **8** (1), 122-126.
- [3] Cesco S., Barbattini R., Agabiti M.F.: Honey bees and bee products as possible indicators of cadmium and lead environmental pollution: an experience of biological monitoring in the Portogruaro city (Venice, Italy). *Apiculture*, 1994, **9**, 103-118.
- [4] Chuda-Mickiewicz B., Ostrowski T., Prabucki J.: Przewodnik do zajęć kursowych na tytuł: Wykwalifikowany pszczelarz i Mistrz pszczelarz.. cz. I, 1993, WODR Barzkowice, s. 196-197.
- [5] Dobrzański Z., Roman A., Górecka H., Kołacz R.: Zawartość pierwiastków szkodliwych oraz makro- i mikroelementów w miodach pszczelich z rejonów skażeń przemysłowych. *Brom. Chem. Toks.*, 1994, **27** (2), 157-160.

- [6] Gajewska R., Nabrzyski M., Gajek O.: Zawartość metali śladowych w miodzie pszczelim. *Brom. Chem. Toks.*, 1984, **17** (3), 259-260.
- [7] Gliński Z., Grzegorzczak K.: Cellular defence reactions in the honeybee in environment non-polluted with heavy metals. *Rocz. UMCS. Seria DD, Med. Wet.*, 1995, **50** (13), 131-137.
- [8] Górecka H.: Wykorzystanie spektrometrii plazmowej w badaniach ekotoksykologicznych; *Ekol. Tech.*, 1995, **2** (14), 11-13.
- [9] Jabłoński B., Kołtowski Z., Marcinkowski J., Rybak-Chmielewska H., Szczęsna T.: Zawartość metali ciężkich (Pb, Cd i Cu) w nektarze, miodzie i pyłku pochodzącym z roślin rosnących przy szlakach komunikacyjnych. *Pszczel. Zesz. Nauk.*, 1995, **39** (2), 129-144.
- [10] Kabata-Pendias A., Pendias H.: *Biogeochemia pierwiastków śladowych*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 1999.
- [11] Konopacka Z., Pohorecka K., Syrocka K., Chaber J.: Zawartość kadmu, ołowiu, azotanów i azotynów w obnóżach pyłkowych pochodzących z różnych miejsc w okolicach Puław. *Pszczel. Zesz. Nauk.*, 1993, **37**, 181-187.
- [12] Lipińska J., Zalewski W.: Zawartość w produktach pszczelich mikroelementów i pierwiastków szkodliwych dla zdrowia człowieka. *Pszczel. Zesz. Nauk.*, 1989, **33**, 113-119.
- [13] Marletto F., Ferrazzi P.: Bee plants and hive products in urban environments. *Entomologia urbana per la qualita della vita. Convegno*, 17-18 Maggio, 1984, Milano, 1985, 91-102.
- [14] Muszyńska J.: Produkty pszczele jako wskaźniki skażeń środowiska. *Med. Wet.*, 1995, **51** (8), 457-458.
- [15] BN – 89/9161 – 06: 1989. Obnóża pyłkowe.
- [16] Petrovič Z.T., Mandič M., Grgič J., Grgič Z.: Ash and chromium levels of some types of honey. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -forschung*, 1994, **198** (1), 36-39.
- [17] PN-P-77627: 1997. Propolis.
- [18] PN- R-78893: 1997. Obnóża pyłkowe.
- [19] PN-88/A-77626: 1988. Miód pszczeli.
- [20] Roman A.: Pszczoły i produkty pszczele jako bioindykatory skażenia środowiska w rejonie oddziaływania przemysłu miedziowego (LGOM) i cementowo-wapienniczego (Opole). *Zesz. Nauk. Akademii Rolniczej we Wrocławiu, Zootechnika*, 1997, **323**, 175-196.
- [21] Roman A.: Stan toksykologiczny propolisu pozyskiwanego w rejonie południowo – zachodniej Polski; VI Krajowa Naukowo-Techniczna Konferencja Pszczelarska nt. „Pozyskiwanie i zagospodarowanie kitu pszczelego (propolisu)”. Częstochowa, 2000, s. 34-39.
- [22] Roman A.: Stan toksykologiczny pyłku kwiatowego pozyskiwanego na Dolnym Śląsku; XXXVIII Naukowa Konferencja Pszczelarska, Puławy, 13 – 14 marca, 2001, s. 79-80.
- [23] Roman A.: Zawartość metali ciężkich (Cd, Cu, Pb, Zn) w niektórych produktach pszczelich pochodzących z rejonu Dolnego Śląska. VIII Międzynarodowa Konferencja Naukowa: „Dziecko w środowisku zagrożonym ekologicznie - profilaktyka i problemy zdrowotne”, Legnica, 28–29 maj 1999, 84-87.
- [24] Ruhnke G.: Part IV: Trace elements in honeys at the 1992 awards.; *Allgemeine Deutsche Imkerzeitung*, 1993, **27** (9), 26.
- [25] Seth P.C., Pandey G. S.: Czyż trują cementownie? *Aura*, 1983, **5**, 19-20.
- [26] Szczęsna T., Rybak-Chmielewska H., Arciuch H.: Zastosowanie anodowej woltamperometrii inwersyjnej do oznaczania Cd, Pb i Cu w obnóżach pyłkowych. *Pszczel. Zesz. Nauk.*, 1993, **37**, 171-179.
- [27] Szczęsna T., Rybak-Chmielewska H.: Skażenie miodu metalami ciężkimi. *Pszczelarstwo*, 1995, **5**, 6.
- [28] Valeminsky M., Laznicka P., Stary P.: Honeybees (*Apis mellifera*) as environmental monitors of heavy metals in Czechoslovakia; *Acta Entomol. Bohemoslovaca*, 1990, **87** (1), 37-44.

THE ELEMENT CONTENTS IN SELECTED BEE PRODUCTS FROM THE LOWER SILESIAN REGION

Summary

The quantitative investigation of the elements contents: cadmium, chromium, arsenic, and lead in multiflorous honey, propolis, and pollen (pollen loads) was executed using a plasma spectrometer method (ICP). The bee products were directly taken from colonies in apiaries situated in three regions: Opole, Wałbrzych, and Wrocław. 135 samples of biological material in total were investigated.

The investigation results proved that products from the Opole region had the highest content of chromium: from 0.22 in honey to 1.50 mg/kg of dry matters in propolis. However, the arsenic products from the Wrocław region had a chromium content ranging from 0.17 in honey to 0.69 mg/kg of dry matters in propolis. Lead was stated to be a predominant metal in all bee products, its concentrations in propolis (the Wrocław region) reached the level of 18.40 mg/kg of dry matters. Generally it was stated that propolis showed the highest level of metals under investigation and it exceeded the admissible standard levels irrespective of the region of the bee products' origin. The lowest (except for lead) element contents were found in the bee honey. As for the pollen, it contained medium amounts of trace metals.

Keywords: honey, pollen, propolis, cadmium, chromium, arsenic, lead. ☒