

Leszek Solecki

OCENA ZALEŻNOŚCI MIĘDZY POZIOMEM CAŁKOWITEGO NARAŻENIA ZAWODOWEGO NA HAŁAS ROLNIKÓW INDYWIDUALNYCH A WIELKOŚCIĄ UBYTKÓW SŁUCHU*

RELATIONSHIP BETWEEN THE LEVEL OF TOTAL EXPOSURE TO NOISE AMONG PRIVATE FARMERS AND THE DEGREE OF HEARING LOSS

Zakład Fizycznych Szkodliwości Zawodowych

Instytut Medycyny Wsi im. W. Chodźki, Lublin

STRESZCZENIE

Wstęp: W Polsce problem zagrożenia hałasem rolników jest zagadnieniem mało znanym i niedocenianym przez gremia decyzyjne. Celem pracy było określenie zależności między poziomem narażenia na hałas w okresie całkowitej pracy zawodowej a wielkością ubytków słuchu. **Materiał i metody:** Zakres badań obejmował pomiary dozymetryczne hałasu, chronometrażę prac rolnych oraz badania stanu słuchu 44 rolników w wybranej grupie. Podstawowym parametrem akustycznym była dawka stażowa. Analizę stanu słuchu rolników indywidualnych przeprowadzono w oparciu o 3 średnie, oznaczone jako PTA (średnia z tonów: 0,5; 1,0; 2 i 3 kHz), HFA (średnia z tonów: 3, 4 i 6 kHz) i CO (średnia z tonów: 1, 2 i 3 kHz). Zależność ubytków słuchu od dawki stażowej oznaczano metodą analizy regresji liniowej. **Wyniki:** Badania całorocznej ekspozycji na hałas rolników indywidualnych wykazały, że istnieje duże zagrożenie hałasem w okresie letnio-jesiennym, obejmującym 3 miesiące w roku (sierpień, wrzesień, październik). Stopień upośledzenia słuchu istotnie zwiększał się wraz z wiekiem i dawką stażową. **Wnioski:** Uzyskane w pracy wyniki badań pozwalają prognozować trend wzrastających ubytków słuchu w czasie ekspozycji zawodowej na hałas rolników. Med. Pr. 2008;59(2):149–158

Słowa kluczowe: dawka stażowa, ubytki słuchu, staż pracy, rolnicy indywidualni, całoroczna ekspozycja na hałas

ABSTRACT

Background: In Poland, the problem of noise risk among farmers has been poorly recognized and underestimated by the decision-making circles. The objective of the study was to determine the relationship between exposure to noise during the whole period of employment and degree of hearing loss. **Material and Methods:** The scope of the study covered the dosimetric measurements of noise, time-schedules of farming activities, and hearing examinations in a selected group of 44 farmers. The basic acoustic parameter was the dose during the whole period of employment. The analysis of the state of hearing in private farmers was based on three mean values defined as pure tone average (PTA) for frequency high frequency average (HFA) for frequency and the Cabinet Ordinance of 2002 (mean pure tone average for frequency). The relationship between hearing loss and the dose during the whole period of employment was investigated by means of linear regression analysis. **Results:** The studies of the annual exposure to noise among private farmers showed that there is a high noise risk during the summer-autumn period, which covers three months (August, September, October). The degree of hearing impairment significantly increased with age and the dose during the whole period of employment. **Conclusions:** The results of the study allow predicting the upward tendency to hearing loss during occupational noise exposure of farmers to. Med Pr 2008;59(2):149–158

Key words: dose during the whole period of employment, hearing loss, period of employment, private farmers, annual exposure to noise

Adres autora: ul. Jaczewskiego 2, 20-950 Lublin, e-mail: solecki20@wp.pl

Nadesłano: 19 listopada 2007

Zatwierdzono: 14 kwietnia 2008

WSTĘP

Jednym z ważniejszych szkodliwych czynników fizycznych występujących w środowisku rolnym jest hałas. Dotychczasowe badania poziomu hałasu przeprowadzone w Instytucie Medycyny Wsi w Lublinie wykazują, że większość źródeł hałasu występujących w rolnictwie stwarza istotne zagrożenie dla narządu słuchu użytkowników (1). Jednocześnie dokonane badania audiometryczne

świadczą o występowaniu dość dużych ubytków słuchu typu zawodowego wśród tej grupy zawodowej istotnie korelujących z wiekiem i stażem pracy (2).

W rolnictwie niemieckim, jak podaje Mohr (3), ręczne przenoszenie ciężarów, hałas i wibracja stanowią główne ryzyko dla stanu zdrowia pracowników. Wśród chorób zawodowych uznawanych w tym rolnictwie uszkodzenie słuchu spowodowane hałasem znajduje się na trzecim miejscu.

O występowaniu obustronnych ubytków słuchu w zakresie wysokich częstotliwości wśród farmerów

* Praca była prezentowana na Ogólnopolskim Sympozjum Naukowym „Krakowskie Dni Medycyny Pracy”. Kraków, 13–15 czerwca 2007 r., została wykonana w ramach umowy z Ministerstwem Zdrowia nr 4/MP/2005/793/2237 (14). Kierownik pracy: dr hab. Leszek Solecki.

amerykańskich informował w swoim sprawozdaniu Bunch już w 1937 r. (4). Z kolei przegląd badań stanu słuchu pracowników dokonany przez Gloriga i wsp. (5) dowodzi, że starsi farmerzy amerykańscy mają wymierne większe ubytki słuchu w zakresie wysokich częstotliwości (2–6 kHz) niż podobni wiekowo pracownicy biurowi. Dalsze badania wykonane przez takich autorów, jak Mönnich (6), Thelin i wsp. (7), Minczewska (8), Jindřichova i wsp. (9), Czerniuk (10), Karlovich i wsp. (11), Franzinelli i wsp. (12) oraz Beckett i wsp. (13) wykazały, że główną przyczyną utraty słuchu wśród farmerów jest ekspozycja na hałas zawodowy występujący na farmie. Wiek farmerów oraz liczba lat spędzonych na farmie są wysoko skorelowane z ubytkami słuchu.

W Polsce problem zagrożenia hałasem jest zagadnieniem mało znanym i niedocenianym przez gremia decyzyjne. Według danych rejestrowanych przez Kasę Rolniczego Ubezpieczenia Społecznego w latach 2002–2006 zanotowano tylko 10 przypadków uznanego zawodowego uszkodzenia słuchu (z wypłatą odszkodowania). Stwarza to mylne wyobrażenie o małej szkodliwości tego czynnika w rolnictwie indywidualnym. Sytuacja ta ma związek z brakiem określonych uregulowań prawnych, pozwalających na objęcie rolników indywidualnych bezpłatnymi, profilaktycznymi badaniami lekarskimi (w tym badaniami audiometrycznymi) oraz odpowiednim nadzorem higienicznym. Brak określonych badań medycznych i środowiskowych (w zakresie oceny ekspozycji na hałas) stanowią zasadniczą trudność w ustaleniu właściwej skali i natężenia występowania ryzyka zawodowego.

Podstawowym celem niniejszej pracy badawczej była ocena zależności między poziomem narażenia na hałas w okresie pracy zawodowej a wielkością ubytków słuchu. Dla jego uzyskania do badań wyselekcjonowano indywidualne gospodarstwa rolne, prowadzące niezmiennie od około 10 lat produkcję mieszaną o zrównoważonym charakterze, przy niezmiennym wyposażeniu tych gospodarstw w podstawowy zestaw maszyn, sprzętu i ciągników rolniczych (w aspekcie poziomu hałasu) oraz przy stałym areale użytkowanej ziemi. Wcześniej wykonana praca własna (15), dotycząca produkcji mieszanej, nie spełnia rygorystycznych zasad aktualnej selekcji i nie mogła być wykorzystana w tej pracy.

Jednocześnie badaniami słuchu objęto w przeważającej części rolników indywidualnych, pracujących w wyżej wymienionych wyselekcjonowanych gospodarstwach rolnych. Praca własna (2), której celem było rozpoznanie stanu słuchu w grupie 128 rolników indywidualnych (była to praca pionierska), obejmowała natomiast osoby

zajmujące się różnym profilem produkcji oraz pracujące w innych niż wyselekcjonowane obecnie gospodarstwa. Z tego powodu praca ta nie może być także wykorzystana w niniejszej publikacji.

MATERIAŁ I METODY

Przedmiot badań

Badaniami objęto 40 wyselekcjonowanych gospodarstw rolnych, o powierzchni ziemi 10–50 ha, zajmujących się produkcją mieszaną (roślinno-zwierzęcą). Do badań stanu słuchu wytypowano grupę 51 rolników indywidualnych, specjalizujących się w produkcji mieszanej, w wieku 33–65 lat (średnia: 48,6 lat) i ze stażem pracy 11–40 lat (średnia: 24,1 lat), w narażeniu na hałas. Na podstawie dokonanego szczegółowego wywiadu otologicznego oraz w oparciu o uzyskane audiogramy wykluczono z dalszych analiz 7 rolników. Przyczyną tych wykluczeń były przebyte choroby uszu. Do dalszych analiz pozostawiono grupę 44 rolników indywidualnych.

Zakres i metody badania hałasu

Zakres badań obejmował pomiary dozymetryczne hałasu (emitowanego przez różne źródła hałasu, takie jak ciągniki różnych typów, maszyny rolnicze samojezdne, maszyny warsztatowe, maszyny do produkcji paszy), chronometrażę prac rolnych oraz badania stanu słuchu rolników w wybranej grupie. Pomiary dozymetryczne hałasu realizowano, wykorzystując następującą aparaturę naukowo-badawczą: dozymetry hałasu firmy Bruel-Kjaer typu 4436 (1 szt.), firmy Sonopan typ D-20 (1 szt.), firmy Robotron typ 00080 (4 szt.), oraz miernik poziomu dźwięku typ 2238 firmy Bruel-Kjaer i całkujący miernik poziomu dźwięku typ 00026 firmy Robotron.

Podstawowym parametrem akustycznym charakteryzującym zagrożenie była tzw. ekspozycja na hałas $[E_{A,T}]$, wyrażona w $\text{Pa}^2 \times \text{h}$, zgodnie z polską normą PN-N-01307/1994. Pomiary chronometrażowe były wykonywane w okresie całego roku kalendarzowego.

Na podstawie przeprowadzonych dokładnych chronometraży oraz wyników pomiarów dozymetrycznych otrzymano dane świadczące o poziomie zagrożenia hałasem oraz o czasie trwania ekspozycji na hałas w poszczególnych miesiącach roku. Dla ekspozycji na hałas ($E_{A,T}$) określano następujące wartości: sumaryczną miesięczną ekspozycję oraz średnią ekwiwalentną ekspozycję dzienną (odnoszącą się do ustawowych dni roboczych w miesiącu).

Aby uniezależnić ocenę statystyczną od wieku osób badanych, wprowadzono nowy parametr, który określa

ekspozycję zawodową na hałas w okresie całkowitego stażu pracy. Parametrem, który spełnia to zadanie jest tzw. poziom immisji hałasu [noise immission level, $L_{T,A}$], zwany również dawką stażową hałasu, składający się z dwóch elementów — średniego poziomu natężenia dźwięku (ekwiwalentny) i czasu ekspozycji w latach — obliczony według wzoru:

$$L_{T,A} = L_{Aeq} + 10 \log \frac{T}{T_0} \quad [1],$$

gdzie:

L_{Aeq} — ekwiwalentny poziom dźwięku (średni dla całego roku),

T — liczba lat ekspozycji w hałasie,

T_0 — 1 rok.

Metodyka badań i oceny stanu słuchu

Każde badanie stanu słuchu rolnika indywidualnego składało się z wywiadu otologicznego, fizykalnego badania otolaryngologicznego oraz badania audiometrycznego.

Szczegółowy wywiad otologiczny przeprowadzano przy użyciu specjalnie opracowanego do tego celu kwestionariusza-ankiety. Celem wywiadu było ustalenie, czy badany przechodził określone choroby mogące wpływać na stan słuchu, czy stosował leki o ubocznym działaniu ototoksycznym, czy przechodził choroby uszu, czy doznał w przeszłości urazów głowy, czy był uprzednio ekspozowany na hałas (w ramach służby wojskowej, uprawiania sportu, słuchania głośnej muzyki, poprzedniego zatrudnienia) oraz czy używał ochrony słuchu. Wszelkie zmiany słuchu spowodowane głównie pozazawodowym czynnikiem stanowiły podstawę do wykluczenia badanego rolnika z ogólnej liczby analizowanych osób.

Badanie otolaryngologiczne miało na celu sprawdzenie drożności przewodu słuchowego, ujawnienie ewentualnych czopów woszczynowych, chorób przewodu słuchowego, błony bębenkowej oraz ucha środkowego.

W celu rozpoznania rzeczywistych ubytków słuchu wśród rolników indywidualnych, wykonujących prace w narażeniu na działanie hałasu (wytwarzanego przez maszyny i sprzęt rolniczy), przeprowadzano badania audiometryczne polegające na określaniu tonalnego przewodnictwa powietrznego w zakresie częstotliwości 250–8000 Hz i kostnego w zakresie 250–4000 Hz. Do analizy stanu słuchu rolników posłużono się przede wszystkim wynikami pomiarów przewodnictwa powietrznego. Każde badanie audiometryczne było

przeprowadzane w porze porannej, po upływie około 16 godzin od ostatniego narażenia (od zakończenia pracy w dniu poprzedzającym badanie).

Analizę stanu słuchu rolników indywidualnych (w wybranej grupie 44 osób) przeprowadzono również na podstawie 3 średnich, oznaczonych jako PTA, HFA (11) i CO, obliczanych w oparciu o uzyskane wyniki z podstawowych badań audiometrycznych. Pierwsza średnia określona symbolem PTA (pure tone average) obejmuje tony „czyste”, zawierające się w przedziale częstotliwości mowy ludzkiej (300–3000 Hz), a więc będące wykładnikiem jakości komunikacji międzyludzkiej za pomocą mowy. Średnia ta jest wyliczana jako wartość średnia arytmetyczna ubytków słuchu (w dB) dla 4 czystych tonów audiometrycznych: 0,5; 1; 2 i 3 kHz.

Druga średnia, oznaczona jako HFA (high frequency average), obejmuje wysokie częstotliwości. Określa ona podatność urazową słuchu oraz odpowiada za odbiór dźwięków stanowiących składowe harmoniczne mowy ludzkiej, decydujących o barwie odbieranego głosu oraz warunkujących w pewnym stopniu możliwość rozpoznania indywidualnych cech odbieranej mowy (ma to szczególne znaczenie w przypadku języków mowy zawierających zgłoski „szeleszczące”, a do takich należy język polski). Średnia ta jest wyliczana jako wartość średnia arytmetyczna ubytków słuchu (w dB) dla 3 tonów wysokich częstotliwości audiometrycznych: 3, 4 i 6 kHz.

Trzecia średnia określana zgodnie z zaleceniem Rozporządzenia Rady Ministrów z 2002 r., oznaczona jako CO (Cabinet Ordinance of 2002), jest wyliczana jako wartość średnia arytmetyczna ubytków słuchu (w dB) dla 3 ustalonych częstotliwości audiometrycznych: 1, 2 i 3 kHz. Rozporządzenie Rady Ministrów (z 2002 r.) stanowi akt prawny obowiązujący aktualnie w Polsce i jest stosowane w orzecznictwie zawodowego uszkodzenia słuchu.

Metody analizy statystycznej wyników badań

Analizę statystyczną wyników badań zrealizowano za pomocą komputerowego programu statystycznego SPSS/PC (16). Oceniano takie parametry statystyczne, jak normalność rozkładu (skośność, kurtoza, test Kołmogorowa-Smirnowa), wartości średnie (arytmetyczna), stopień rozproszenia danych (ranga, odchylenia standardowe, przedziały ufności). Za pomocą współczynników korelacji r-Pearsona określano siłę zależności prostoliniowej między wielkością ubytków słuchu a wiekiem oraz stażem pracy. Siłę zależności między ubytkami słuchu a wyliczoną dawką stażową określano natomiast za pomocą współczynników korelacji

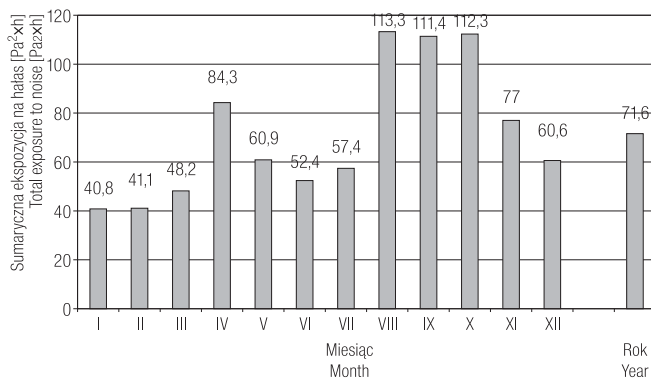
r-Spearmana. Z kolei charakter zależności ubytków słuchu od dawki stażowej oznaczano metodą analizy regresji liniowej.

WYNIKI

Ocena całorocznej ekspozycji na hałas

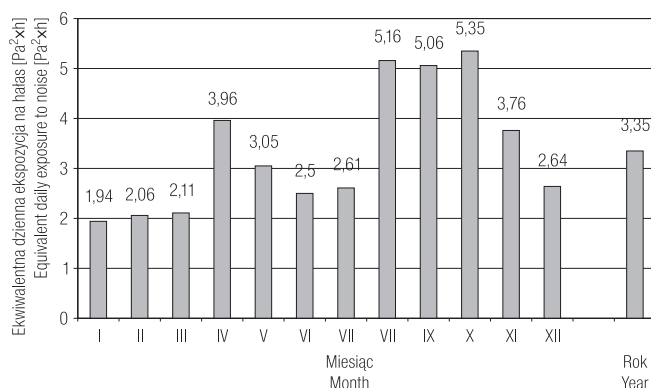
Badania wykazały, że najwyższe wartości średniej (arytmetycznej) sumarycznej ekspozycji na hałas przypadają na 3 miesiące w roku (ryc. 1) — sierpień ($113,3 \text{ Pa}^2 \times \text{h}$), wrzesień ($111,4$) i październik ($112,3$). W pozostałych miesiącach wartości sumaryczne były znacznie niższe ($40,8$ – $84,3 \text{ Pa}^2 \times \text{h}$).

Bardziej obiektywnym wskaźnikiem narażenia, odpowiadającym rzeczywistej ekspozycji na hałas, jest wartość średniej ekwiwalentnej ekspozycji dziennej (ryc. 2), odniesionej do ustawowo ustalonych dni roboczych w każdym miesiącu (40-godzinny tydzień pracy, święta i soboty wolne od pracy). Z analizy uzyskanych danych wynika, że najwyższe wartości średniej



Ryc. 1. Średnie wartości sumarycznej ekspozycji na hałas w poszczególnych miesiącach.

Fig. 1. Mean values of total exposure to noise in individual months.



Ryc. 2. Średnie wartości ekwiwalentnej dziennej ekspozycji na hałas w poszczególnych miesiącach.

Fig. 2. Mean values of equivalent exposure to noise in individual months.

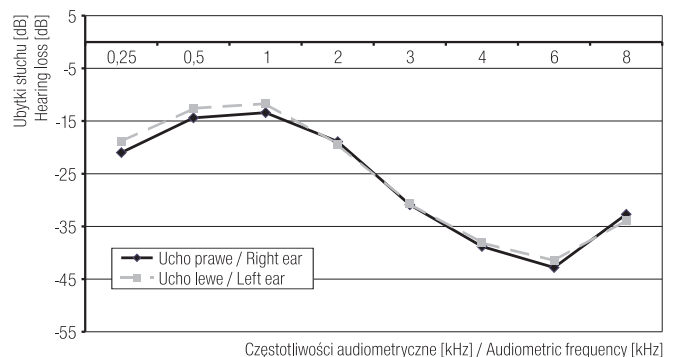
(arytmetycznej) ekwiwalentnej ekspozycji dziennej przypadają na 3 miesiące w roku: sierpień, wrzesień i październik ($5,06$ – $5,35 \text{ Pa}^2 \times \text{h}$).

Średnia ekwiwalentna ekspozycja dzienna na hałas, przeciętna dla całego roku, wyliczona z poszczególnych miesięcy osiągnęła wartość równą: $3,35 \pm 1,27 \text{ Pa}^2 \times \text{h}$, zawierając się w przedziale ufności: $2,54$ – $4,16 \text{ Pa}^2 \times \text{h}$. Tak obliczona wartość średnia, odnosząca się do całego roku, przekracza wartość dopuszczalną 3,4-krotnie. Wartości tej odpowiada średni poziom ekspozycji na hałas, odniesiony do 8-godzinnego dnia pracy ($L_{EX, 8h}$), równy $90,2 \text{ dB}$ (norma: 85 dB-A).

Wprowadzony w pracy jeszcze jeden parametr akustyczny, zwany dawką stażową, pozwolił powiązać ekspozycję zawodową na hałas ze stażem pracy. Parametr ten osiągał następujące wartości statystyczne — średnia arytmetyczna: $103,9 \pm 1,09 \text{ dB}$, mediana: $104,0 \text{ dB}$, PU: $103,5$ – $104,2 \text{ dB}$, $\alpha = -0,88$, $k = 1,37$ i ranga: $100,6$ – $106,2 \text{ dB}$. Przeprowadzony test Kołmogorowa-Smirnowa wykazał, że rozkład danych dawki stażowej odpowiada rozkładowi normalnemu ($p = 0,43$).

Ocena stanu słuchu rolników indywidualnych

Badania stanu słuchu przeprowadzone w wybranej grupie rolników indywidualnych (44 osoby) wykazały, że wartości średnie (średnie arytmetyczne) ubytków słuchu są najniższe dla częstotliwości niskich: $0,25$ – $2,0 \text{ kHz}$ ($11,7$ – $21,0 \text{ dB}$), wyższe dla 3 i 8 kHz ($30,7$ – $33,8 \text{ dB}$), zaś najwyższe dla częstotliwości 4 i 6 kHz ($38,1$ – $42,8 \text{ dB}$). Uzyskane dane przedstawiono w tabeli 1. oraz zobrażowano na rycinie 3. Takie wyniki badań wyraźnie wskazują na występowanie u rolników indywidualnych ubytków słuchu o charakterze uszkodzenia zawodowego (maksymalne ubytki słuchu przypadają na częstotliwość 4 i 6 kHz).



Ryc. 3. Średnie wartości ubytków słuchu dla poszczególnych częstotliwości audiometrycznych.

Fig. 3. Mean values of hearing loss for individual audiometric frequencies.

Tabela 1. Wartości statystyczne ubytków słuchu (dB) dla obu uszu, w zakresie częstotliwości audiometrycznych dla wybranej grupy rolników indywidualnych**Table 1.** Statistical values of hearing loss (dB) for both ears, within the range of individual audiometric frequencies

Ucho Ear	Częstotliwość Frequency (kHz)	Średnia ±SD Mean ±SD	Me	PU CI	α	k	Ranga Range	p
Prawe / Right	0,25	21,0±6,4	20,0	19,0–22,9	0,65	1,88	10–42	0,07
	0,5	14,4±7,8	15,0	12,1–16,8	2,24	9,09	5–50	0,03
	1,0	13,4±10,2	10,0	10,3–16,5	3,54	15,95	5–65	0,01
	2,0	18,9±14,0	15,0	14,6–23,1	1,93	4,10	0–70	0,002
	3,0	30,9±21,2	25,0	24,5–37,4	0,70	–0,27	5–85	0,24
	4,0	38,8±21,1	40,0	32,3–45,2	0,23	–0,08	0–85	0,70
	6,0	42,8±23,2	40,0	35,8–49,9	0,48	–0,30	5–95	0,78
	8,0	32,7±22,5	27,5	25,9–39,6	0,63	–0,55	5–85	0,16
Lewe / Left	0,25	18,9±7,5	20,0	16,6–21,2	1,60	5,41	10–50	0,17
	0,5	12,6±7,7	10,0	10,3–14,9	1,84	6,14	5–45	0,07
	1,0	11,7±9,5	10,0	8,8–14,6	2,68	9,95	0–55	0,002
	2,0	19,4±15,0	15,0	14,9–24,0	1,52	1,98	0–65	0,04
	3,0	30,7±19,6	25,0	24,7–36,6	0,57	–0,87	5–75	0,05
	4,0	38,1±19,3	40,0	32,2–43,9	0,27	–0,20	5–85	0,91
	6,0	41,5±22,6	40,0	34,6–48,3	0,52	–0,67	10–90	0,44
	8,0	33,8±23,2	25,0	26,7–40,8	0,48	–1,13	0–80	0,16

Średnia — średnia arytmetyczna / Mean — mean arithmetic value.

SD — odchylenie standardowe / standard deviation.

Me — mediana / median.

PU — przedział ufności / CI — confidence interval.

α — współczynnik skośności / skewness coefficient.

k — współczynnik spiętrzenia (kurtoza) / kurtosis.

Ranga — zakres wartości (min–maks) / Range — (min–max) range.

p — prawdopodobieństwo rozkładu normalnego / probability normal distribution.

Podstawowe wartości statystyczne ubytków słuchu, określone dla trzech analizowanych średnich (PTA, HFA i CO), zawarto w tabeli 2. W przypadku obliczonych wartości średnich (arytmetyczne) najniższe wartości uzyskano dla średnich audiometrycznych PTA (18,6–19,5 dB), nieco wyższe dla średnich CO (20,5–21,1 dB), zaś zdecydowanie najwyższymi wartościami cechowały się średnie HFA (36,8–37,4 dB). Jest to związane z tym, że średnie HFA obejmują wysokie częstotliwości — 4 i 6 kHz — dla których stwierdzono największe ubytki słuchu. Również obliczone mediany wykazują podobne zróżnicowanie (PTA = 16,3–16,9 dB, CO = 17,5–19,2 dB, HFA = 34,2–36,7 dB).

W celu określenia siły zależności stopnia ubytków słuchu (zmienna zależna) od wieku i stażu pracy (zmiennie niezależne) rolników indywidualnych, pracujących w narażeniu na hałas obliczono współczynniki korelacji r-Pearsona (tab. 3) dla poszczególnych częstotliwości audiometrycznych oraz określonych trzech średnich audiometrycznych (PTA, HFA i CO) dla obu uszu.

W przypadku zależności ubytki słuchu – wiek uzyskano duże wartości współczynników korelacji

($r = 0,44–0,60$) w obszarze wysokich częstotliwości: 3–8 kHz, przy czym dla ucha prawego wysoce istotna statystycznie korelacja dotyczyła częstotliwości 3 i 4 kHz ($p < 0,01$; $r = 0,45–0,46$), zaś bardzo wysoka istotna statystycznie zależność obejmowała częstotliwości 6 i 8 kHz ($p < 0,001$; $r = 0,53–0,56$). Dla ucha lewego wysoce istotna statystycznie korelacja dotyczyła częstotliwości 3 kHz ($p < 0,01$; $r = 0,44$), zaś bardzo wysoka istotna statystycznie zależność występowała w obszarze częstotliwości 4, 6 i 8 kHz ($p < 0,001$; $r = 0,51–0,60$).

Z kolei dla zdefiniowanych trzech średnich niższe wartości współczynników korelacji notowano dla PTA i CO (odpowiednio: $r = 0,35$; $p < 0,05$ dla ucha prawego, oraz $r = 0,31–0,32$; $p < 0,05$ dla ucha lewego). Zdecydowanie wyższe współczynniki korelacji uzyskano natomiast dla średniej HFA ($r = 0,53–0,56$; $p < 0,001$).

W przypadku analizowanej zależności ubytki słuchu – staż pracy otrzymano zdecydowanie niższe wartości współczynników korelacji r-Pearsona, przy czym jedynie dla ucha prawego istotnie statystycznie zależności uzyskano dla jednej częstotliwości 6 kHz ($r = 0,35$;

Tabela 2. Wartości statystyczne ubytków słuchu (dB), dla obu uszu, w zakresie ustalonych średnich audiometrycznych
Table 2. Statistical values of hearing loss (dB) for both ears, within the range of established mean audiometric values

Ucho Ear	Średnie audiometryczne Audiometric means	Średnia ±SD Mean ±SD	Me	PU	α	k	Ranga Range	p
Prawe / Right	PTA	19,5±11,5	16,9	16,0–22,9	1,83	5,86	3,8–67,5	0,63
	HFA	37,4±20,5	36,7	31,2–43,6	0,49	–0,09	3,3–88,3	0,78
	CO	21,1±13,4	19,2	17,0–25,1	1,57	4,15	3,3–73,3	0,41
Lewe / Left	PTA	18,6±11,4	16,3	15,2–22,1	1,39	2,63	3,8–60,0	0,25
	HFA	36,8±19,1	34,2	31,0–42,6	0,50	–0,27	6,7–83,3	0,92
	CO	20,5±13,3	17,5	16,5–24,5	1,22	1,68	3,3–65,0	0,14

Objaśnienia jak w tabeli 1 / Abbreviations as in table 1.

PTA — średnia z tonów 0,5; 1,0; 2 i 3 kHz / pure tone average.

HFA — średnia z tonów 3, 4 i 6 kHz / high frequency average.

CO — średnia z tonów 1, 2 i 3 kHz / Cabinet Ordinance of 2002 (pure tone average).

Tabela 3. Wartości współczynników korelacji (r-Pearsona) pomiędzy ubytkami słuchu a wiekiem i stażem pracy (w narażeniu na hałas) rolników indywidualnych, dla poszczególnych częstotliwości audiometrycznych, określonych trzech średnich (PTA, HFA i CO) i obu uszu (*p < 0,05; **p < 0,01; ***p < 0,001)

Table 3. Values of correlation coefficients (r-Pearson) between hearing loss, age and period of employment in conditions of noise among private farmers for individual audiometric frequencies, three mean values determined (PTA, HFA and CO) and both ears (*p < 0,05; **p < 0,01; ***p < 0,001)

Ucho Ear	Częstotliwość Frequency (kHz)	Współczynniki korelacji (ubytki słuchu — wiek) Correlation coefficients (hearing loss-age)	Współczynniki korelacji (ubytki słuchu — staż pracy) Correlation coefficients (hearing loss-employment duration)
Prawe / Right	0,25	0,29*	0,11
	0,5	0,29*	0,16
	1,0	0,12	0,07
	2,0	0,20	0,06
	3,0	0,46**	0,27
	4,0	0,45**	0,28
	6,0	0,56***	0,35*
	8,0	0,53***	0,28
	PTA	0,35*	0,19
	HFA	0,53***	0,32*
Lewe / Left	0,25	0,37**	0,12
	0,5	0,21	0,16
	1,0	0,07	–0,04
	2,0	0,23	0,16
	3,0	0,44**	0,23
	4,0	0,51***	0,22
	6,0	0,60***	0,21
	8,0	0,55***	0,16
	PTA	0,31*	0,17
	HFA	0,56***	0,24
CO	0,32*	0,18	

p < 0,05) i jednej zdefiniowanej średniej — HFA (r = 0,32; p < 0,05).

Posiłkując się określonym nowym parametrem (dawka stażowa), zbadano występowanie zależności między ubytkami słuchu a dawką stażową (tab. 4) dla poszczególnych częstotliwości audiometrycznych oraz określonych trzech średnich (PTA, HFA i CO) dla obu uszu. W tym celu obliczono wartości współczynników korelacji r-Spearmana (test nieparametryczny, dla rozkładów odbiegających od normalnych). Uzyskano dość duże, istotne statystycznie (p < 0,05) wartości współczynników korelacji dla ucha prawego i trzech częstotliwości audiometrycznych: 3, 4 i 6 kHz (r = 0,30–0,37; maksymalnie dla 6 kHz r = 0,37) oraz istotne statystycznie (p < 0,05) dla średnich PTA i CO (r = 0,30) i wysoko istotne statystycznie (p < 0,01) dla HFA (r = 0,36). Dla ucha lewego zależności te były natomiast słabsze, (r = 0,26 dla 6 kHz i r = 0,27–0,28 dla średnich PTA, HFA i CO), w niewielkim stopniu odbiegające od istotności statystycznej (p = 0,07–0,09).

Ocena zależności między ubytkami słuchu a dawką stażową (związek przyczynowo-skutkowy)

W celu określenia zależności między ubytkami słuchu (zmienna zależna) a dawką stażową (zmienna niezależna) przeprowadzono analizę regresji. Wizualna analiza wykresów punktowych odnoszących się do tych zależności oraz stosunkowo duże wartości współczynników determinacji (R²) sugerują występowanie prostoliniowego charakteru powiązania ubytków słuchu z dawką stażową pod postacią równania linii prostej, zwanej prostą regresji. Z uwagi na to, że najbardziej istotne statystycznie zależności (p < 0,05 i p < 0,01), a także największe wartości współczynników korelacji r-Spearmana dotyczą zdefiniowanej średniej audiometrycznej HFA

Tabela 4. Wartości współczynników korelacji (r-Spearmana) między ubytkami słuchu a dawką stażową rolników indywidualnych dla poszczególnych częstotliwości audiometrycznych, określonych trzech średnich (PTA, HFA i CO) i obu uszu (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$)

Table 4. Values of correlation coefficients (r-Spearman) between hearing loss and dose during the whole period of employment in a group of private farmers, for individual audiometric frequencies, three mean values determined (PTA, HFA, and CO), and for both ears (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$)

Ucho Ear	Częstotliwość (kHz) Frequency (kHz)	Współczynniki korelacji (ubytki słuchu — dawka stażowa) Correlation coefficients (hearing loss — dose during the whole period of employment)
Prawe / Right	0,25	0,22
	0,5	0,26
	1,0	0,28
	2,0	0,18
	3,0	0,33*
	4,0	0,30*
	6,0	0,37*
	8,0	0,26
	PTA	0,30*
	HFA	0,36**
Lewe / Left	0,25	0,22
	0,5	0,25
	1,0	0,10
	2,0	0,21
	3,0	0,25
	4,0	0,22
	6,0	0,26 (p = 0,088)
	8,0	0,17
	PTA	0,27 (p = 0,082)
	HFA	0,27 (p = 0,077)
CO	0,28 (p = 0,07)	

i częstotliwości audiometrycznej 6 kHz, równania regresji prostej wyznaczono dla tych dwóch parametrów.

Przeprowadzona analiza regresji pozwoliła określić następujące równania prostej regresji dla średniej HFA:

$$y = 5,70 \times x - 554,6 \text{ dla ucha prawego} \quad [2]$$

$$y = 3,90 \times x - 368,3 \text{ dla ucha lewego} \quad [3]$$

gdzie:

y — ubytek słuchu w dB (zmienna zależna) określany dla HFA,

x — dawka stażowa w dB (zmienna niezależna).

W przypadku stosowania częstotliwości audiometrycznej 6 kHz zależności między ubytkami słuchu a dawką stażową są następujące:

$$y = 6,82 \times x - 665,3 \text{ dla ucha prawego} \quad [4]$$

$$y = 4,14 \times x - 388,8 \text{ dla ucha lewego} \quad [5]$$

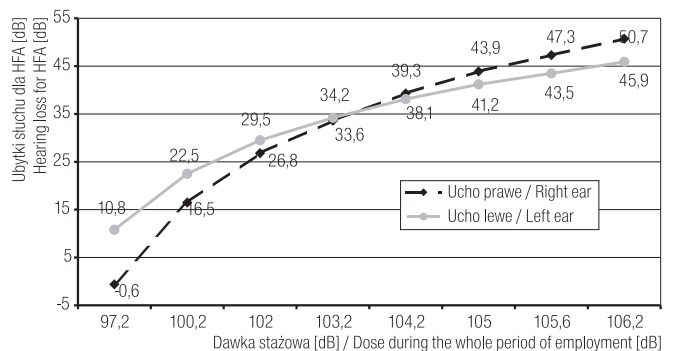
gdzie:

y — ubytek słuchu w dB (zmienna zależna) określany dla częstotliwości audiometrycznej 6 kHz,

x — dawka stażowa w dB (zmienna niezależna).

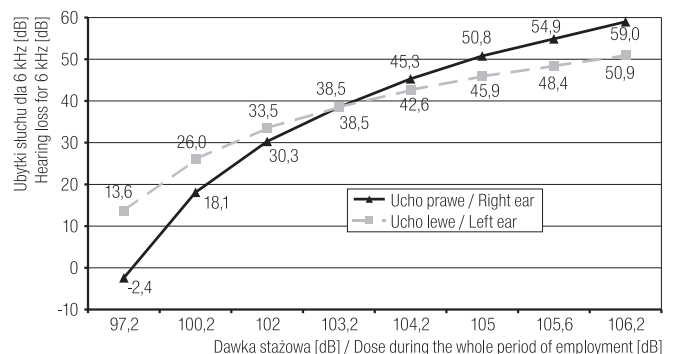
Przedstawione powyżej równania prostej regresji pozwalają prognozować wartości ubytków słuchu związane z dawką stażową dla większej populacji tego zawodu (rolnicy indywidualni), jednak z uwagi na występowanie dość dużego zróżnicowania ekspozycji na hałas w środowisku rolnym zależności te należy traktować z pewną ostrożnością w przypadku małej liczebnej grupy rolników.

Dla zobrazowania zależności występujących między ubytkami słuchu (określonych średnią HFA i częstotliwością audiometryczną 6 kHz) a dawką stażową, w grupie rolników indywidualnych, przedstawiono je w sposób graficzny na rycinie 4. i 5.



Ryc. 4. Średnie wartości ubytków słuchu, określone wielkością HFA, w zależności od dawki stażowej.

Fig. 4. Mean values of hearing loss determined by the HFA value, according to the dose during the whole period of employment.



Ryc. 5. Średnie wartości ubytków słuchu dla częstotliwości audiometrycznej 6 kHz, w zależności od dawki stażowej.

Fig. 5. Mean values of hearing loss for audiometric frequencies of 6 kHz, according to the dose during the whole period of employment.

OMÓWIENIE

Przeprowadzone badania całorocznej ekspozycji na hałas rolników indywidualnych specjalizujących się w produkcji roślinno-zwierzęcej (mieszana produkcja) wykazały, że stopień obciążenia hałasem rolników jest uwarunkowany z jednej strony wysokością poziomu hałasu emitowanego przez te maszyny, zaś z drugiej długością trwania ekspozycji na ten czynnik (czas trwania dziennej ekspozycji na hałas, liczba dni roboczych z emisją hałasu). Stwierdzenia te pokrywają się z wynikami wcześniejszych badań realizowanych w Instytucie Medycyny Wsi (15), a dotyczących profilu produkcji mieszanej.

Najwyższe wartości sumarycznej, miesięcznej ekspozycji na hałas ($E_{A,T}$) uzyskano w miesiącach letnio-jesiennych — sierpień, wrzesień, październik ($113,3\text{--}111,4 \text{ Pa}^2 \times \text{h}$) — zaś podwyższone w kwietniu ($84,3 \text{ Pa}^2 \times \text{h}$). Wysokie wartości sumarycznej ekspozycji na hałas w miesiącach letnio-jesiennych (sierpień, wrzesień, październik) należy wiązać z dużym nasileniem prac wykonywanych w tym okresie, a związanych ze zbiorem zbóż i roślin okopowych, oraz z uprawą gleby (podorywki i orki), charakteryzujących się emisją hałasu o dużym poziomie (dotyczy to zwłaszcza ciągników o średniej mocy). Jak wykazały obliczenia, właśnie na te 3 miesiące w roku przypada największa ilość średniego sumarycznego czasu ekspozycji na hałas ($79,6\text{--}113,5 \text{ godz.}$), przy czym najwyższa wartość dotyczy października ($113,5 \text{ godz.}$) i sierpnia ($102,8 \text{ godz.}$).

Występowanie podwyższonej wartości sumarycznej ekspozycji na hałas także w miesiącu kwietniu ($84,3 \text{ Pa}^2 \times \text{h}$) należy natomiast wiązać z wykonywaniem intensywnych prac polowych (uprawa gleby, siewy, opryski chemiczne), o czym świadczy dość duży czas miesięcznej ekspozycji na hałas przypadający na ten miesiąc (średnio: $75,4 \text{ godz.}$), duża liczba dni roboczych z emisją hałasu (średnio: $18,1$) i zwiększony czas dziennej ekspozycji na hałas.

Podobnie obliczona średnia ekwiwalentna ekspozycja dzienna na hałas wykazuje najwyższe wartości w tych samych trzech miesiącach roku — sierpień, wrzesień i październik ($5,06\text{--}5,35 \text{ Pa}^2 \times \text{h}$). Wartość przeciętna tego parametru dla całego roku osiąga wartość $3,35 \text{ Pa}^2 \times \text{h}$, co odpowiada średniemu poziomowi ekspozycji na hałas — $90,2 \text{ dB}$. Występowanie wysokich wartości ekwiwalentnej ekspozycji dziennej w powyższych trzech miesiącach ma takie same uwarunkowania, jakie przedstawiono w przypadku ekspozycji sumarycznej.

Oceny całorocznej ekspozycji na hałas kierowców ciągników rolniczych zatrudnionych w wielkotowarowych

gospodarstwach rolnych na terenie dawnego ZSRR dokonał już w latach 80. Mieńszow (17), jako jeden z pierwszych i nielicznych dotąd badaczy. Swoje badania oparł na dawkowej ocenie obciążenia hałasem. Dawka hałasu ($D_{A,T}$) jest wielkością względną, obliczaną ze stosunku aktualnej (mierzonej) wartości ekspozycji na hałas [$E_{A,T}$] do wartości ekspozycji dopuszczalnej [$E_{A,T,dop.}$]. Liczbowo wartość dawki jest zbliżona do bezwzględnej wartości mierzonej ekspozycji na hałas ($D_{A,T} = E_{A,T}/1,01$). Otrzymane przez Mieńszowa średnie ekwiwalentne dawki hałasu wahają się w przedziale od $3,3$ w lutym i marcu (mało hałaśliwe prace warsztatowe, z niewielką liczbą dni roboczych) do $11,6$ w lipcu i sierpniu (okres zbioru plonów, przy dużej liczbie dni roboczych).

Podobne badania obciążenia hałasem kierowców ciągników rolniczych, zatrudnionych w uspołecznionych gospodarstwach rolnych w Polsce, przeprowadził autor niniejszej pracy (18). Wyniki tych badań wykazały, że największe obciążenie dla narządu słuchu stwarzają ciągniki o średniej mocy (ekwiwalentne dawki hałasu od $7,9$ w grudniu do $13,6\text{--}14,7$ w sierpniu–październiku), zaś znacznie mniejsze ciągniki o dużej mocy (dawki od $1,36\text{--}1,54$ w grudniu i styczniu do $4,1$ w sierpniu).

Wyniki badań całorocznej ekspozycji na hałas zrealizowane przez innych badaczy, takich jak Miettinen (19) i Franzinelli (12), są zbliżone do danych przedstawionych w tej pracy i dowodzą, że stopień obciążenia hałasem wyraźnie zależy od rodzaju prowadzonej produkcji rolnej oraz typu stosowanych maszyn.

Badania stanu słuchu rolników indywidualnych przeprowadzone w ramach niniejszej pracy badawczej wykazały, że wskutek pracy w środowisku hałaśliwym zdolność słyszenia tej grupy zawodowej ulega znacznemu pogorszeniu. Świadczą o tym uzyskane wysokie wartości ubytków słuchu (na oboje uszu), głównie w obszarze wysokich częstotliwości ($4\text{--}6 \text{ kHz}$) oraz dla obliczonej średniej HFA (średnia z $3, 4$ i 6 kHz), a także występowanie dość dużych wartości współczynników korelacji (r -Pearsona) istotnych statystycznie, określających siłę zależności między ubytkami słuchu a wiekiem pracujących (dla częstotliwości $3\text{--}8 \text{ kHz}$: $r = 0,44\text{--}0,60$; dla HFA: $r = 0,53\text{--}0,56$). Podobne wyniki uzyskali: Karlovich i wsp. (11), Plakke i Dare (20), Beckett i wsp. (13) oraz Firth i wsp. (21).

Dla zależności ubytek słuchu – staż pracy uzyskano niezbyt istotną zależność ubytków słuchu od stażu pracy. Wynika to stąd, że w wybranej grupie badawczej znajdowali się rolnicy o znacznie zróżnicowanym wieku, a także o bardzo zróżnicowanym stażu pracy w ekspozycji na hałas. Świadczy to również o tym, że

czynnikiem decydującym o wielkości ubytków słuchu jest bardziej wiek niż staż pracy (ma to związek z powstawaniem ubytków starczych, szczególnie w starszym wieku).

Ponieważ stwierdzono występowanie słabej korelacji między ubytkami słuchu a stażem pracy, wprowadzono inny parametr, zwany dawką stażową, określający ekspozycję zawodową na hałas dla całkowitego stażu pracy (parametr ten zależny jest od stażu pracy; natomiast nie zależy od wieku). Korzystając z tego parametru, zbadano siłę zależności między ubytkami słuchu a dawką stażową, obliczając w tym celu współczynniki korelacji r -Spearmana.

Biorąc pod uwagę to, że najbardziej istotne statystycznie zależności ($p < 0,05$ i $p < 0,01$), o stosunkowo dużych wartościach współczynników korelacji, odnoszą się do średniej HFA i częstotliwości audiometrycznej 6 kHz, równania regresji prostej zdefiniowano i przedstawiono graficznie dla tych dwóch parametrów (HFA i 6 kHz).

Korzystając z tych równań prostej regresji, można prognozować wielkość ubytków słuchu, pod warunkiem, że określona jest wielkość dawki stażowej (opartej na zdefiniowanym średnim rocznym poziomie ekspozycji na hałas i długości trwania stażu pracy). Znajomość prognozowanych ubytków słuchu pozwoli ocenić trend wzrastających ubytków słuchu w czasie ekspozycji zawodowej oraz określić częstość wykonywania badań audiometrycznych słuchu.

WNIOSKI

- Przeprowadzone badania całorocznej ekspozycji na hałas rolników indywidualnych, specjalizujących się w produkcji mieszanej (roślinno-zwierzęcej) wykazały, że istnieje duże obciążenie narządu słuchu tym czynnikiem (średni roczny poziom ekspozycji na hałas osiągnął wartość 90,2 dB), znacznie przekraczającą wartości dopuszczalne.
- Szczególnie duże zagrożenie hałasem występuje w okresie letnio-jesiennym, obejmującym 3 miesiące w roku — sierpień, wrzesień i październik (5-krotne przekroczenie wartości dopuszczalnej ekspozycji na hałas $E_{A,8h}$).
- Przeprowadzone badania stanu słuchu rolników w wytypowanej grupie wykazały, że skutek pracy w środowisku rolnym (hałaśliwym) zdolność słyszenia tej grupy zawodowej ulega znacznemu pogorszeniu, zaś stopień upośledzenia słuchu istotnie zwiększa się wraz z wiekiem i dawką stażową.
- Na podstawie uzyskanych w pracy równań prostej regresji można prognozować trendy wzrastających ubytków słuchu w czasie ekspozycji zawodowej oraz przewidywać częstość wykonywania badań audiometrycznych słuchu.
- Rolnicy indywidualni powinni być poddani bezpłatnej opiece medycznej (w ramach zorganizowanych badań profilaktycznych) oraz określonej nadzoru sanitarno-higienicznemu, po uprzednim uchwaleniu odpowiedniej ustawy, zapewniającej właściwą profilaktyczną opiekę zdrowotną pracowników rolnych.

PIŚMIENNICTWO

- Solecki L.: Zagrożenie hałasem pracowników rolnych. W: Solecki L. [red.]. Zagrożenia fizyczne w rolnictwie. Instytut Medycyny Wsi, Lublin 1999, ss. 43–51
- Solecki L., Horoch A.: Stan słuchu rolników indywidualnych. *Med. Pr.* 2002;53(4):299–305
- Mohr D.: Ocena zagrożeń fizycznych na stanowiskach pracy w rolnictwie. W: Solecki L. [red.]. Zagrożenia fizyczne w rolnictwie. Instytut Medycyny Wsi, Lublin 1999, ss. 80–87
- Bunch C.C.: The diagnosis of occupational or traumatic deafness. A historical and audiometric study. *Laryngoscope* 1937;47:615–691
- Glorig A., Wheeler D., Quiggle R., Grings W., Summerfield A.: 1954 Wisconsin State Faire Hearing Survey: Statistical Treatment of Clinical and Audiometric Data. Research Center Subcommittee on Noise in Industry of the American of Ophthalmology and Otolaryngology, Los Angeles 1957
- Mönnich H.: General report on aspects of occupational medicine concerning noise. International Conferences: Ergonomic Standards in Agriculture-Selfpropelled Agricultural Machines and Tractors. 6–10 maja 1974, Germany, Potsdam 1974
- Thelin J.W., Joseph D.J., Davis W.E., Baker D.E., Hosokawa M.C.: High-frequency hearing loss in male farmers of Missouri. *Public Health Rep.* 1983;98(3):268–273
- Minczewska Ł.: Słuchowyje izmieniennija u mechanizatorow sielskowo chozjajstwa. *Gig. Tr. Prof. Zabol.* 1982;5:50–51
- Jndřichova J., Vesely G., Štěpanek O.: Poškozeni sluhu z hluku u traktoristu. *Prac. Lek.* 1985;5:150–151
- Czerniuk W.: Profesjonalnaja tughouchost u mechanizatorow sielskowo chozjajstwa. *Wraczebn. Dieło* 1987;7:91–93
- Karlovich R.S., Wiley T.L., Tweed T., Jensen D.V.: Hearing sensitivity in farmers. *Public Health Rep.* 1988;103(1):61–71
- Franzinelli A., Maiorano M., de Capua B., Masini M., Vieri M., Cipolla G.: Annual dose of noise absorbed by machine drivers in wine and cereal growing. *G. Ital. Med. Lav.* 1988;10(3):131–134

13. Beckett W.S., Chamberlain D., Hallman E., May J., Hwang S.A., Gomez M. i wsp.: Hearing conservation for farmers: source apportionment of occupational and environmental factors contributing to hearing loss. *J. Occup. Environ. Med.* 2000;42(8):806–813
14. Ocena zagrożenia hałasem rolników indywidualnych w cyklu całorocznym oraz określenie związku przyczynowo-skutkowego między poziomem całkowitego narażenia zawodowego na hałas a wielkością ubytków słuchu [raport z realizacji badania naukowego]. Umowa nr 4/MP/2005/793/2237 dla Min. Zdrowia z dnia 20.06.2005. Kierownik pracy: dr hab. Leszek Solecki. Instytut Medycyny Wsi, Lublin 2005
15. Solecki L.: Characteristics of annual exposure to noise among private farmers on family farms of mixed-production profile. *Ann. Agric. Environ. Med.* 2006;13(2):113–118
16. Statistical data analysis. SPSS/PC + Base Manual for the IBM-PC/XT/AT and PS/2. SPSS Inc. 444 N. Michigan Avenue, Chicago, Illinois 1988
17. Mieńszow A.A., Sota W.N.: Doznaja ocena szumowej nagruzki na mechanizatorow sielskowo chozjajstwa. *Gig. Tr. Prof. Zabol.* 1984;10:36–38
18. Solecki L.: Evaluation of occupational exposure to noise among operators of tractors and self-propelled machines. *Ann. Agric. Environ. Med.* 1995;2(2):135–138
19. Miettinen U., Rytkonen E., Husman K.: Exposure of farmers to noise. *Tyoterveyslaitos. Laajaniityntie, Vantaa (Finland)* 1982
20. Plakke B.L., Dare E.: Occupational hearing loss in farmers. *Public Health Rep.* 1992;107(2):188–192
21. Firth H., Herbison P., McBride D., Feyer A.M.: Health of farmers in southland: an overview. *N.Z. Med. J.* 2001;114(1140):426–428