

DZIAŁANIE POLA ELEKTRYCZNEGO SINUSOIDALNIE ZMIENNEGO O CZĘSTOTLIWOŚCI 50 Hz NA RODZINĘ PSZCZELĄ*

Andrzej Kasprzyk, Andrzej Migacz

Katedra Automatyki, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

Data nadesłania - 28 marzec 2000

S t r e s z c z e n i e

Badania przeprowadzono na rodzinie pszczelej rasy Kaukaskiej, zasiedlającej dwukorpusowy ul styropianowy. Ul został przerobiony pod kątem prowadzonych badań.

Pole elektryczne sinusoidalnie zmienne o częstotliwości 50 Hz wytworzono pomiędzy równoległymi elektrodami płaskimi, przy niesymetrycznym układzie zasilania wysokiego napięcia.**

Badania przeprowadzono dla wartości natężeń pola 30 V/cm, 60 V/cm i 120 V/cm. Obserwowano zachowanie pszczół, mierzono temperaturę we wnętrzu ula.

Przeprowadzono dyskusję uzyskanych wyników badań.

Słowa kluczowe: rodzina pszczelej, pole elektryczne, natężenie pola elektrycznego.

* Wykonano w ramach badań własnych 1999 r. Katedra Automatyki AGH; umowa 10. 10. 120. 39.

** Pole elektryczne zmieniające się z biegiem czasu przedstawia pewną *wirowość*. Wirowe pole elektryczne wytwarza wirowe pole magnetyczne i na odwrót; ilościowo ujmują to równania Maxwella. Dla układów o wymiarach do około 1... 10 m przyjmuje się, że pole elektryczne zmienne jest prawie *doskonale bezwirowe* nie tylko przy częstotliwości 50 Hz, lecz również przy znacznie większych częstotliwościach (S z p o r 1959).

PRZEGLĄD LITERATURY

Jak wynika z dotychczasowych badań prowadzonych w większości w ośrodkach zagranicznych, zjawiska związane z występowaniem pól elektrycznych wywierają istotny wpływ na życie wszelkich organizmów, w tym także na rodzinę pszczelej. W ciągu ostatnich 100 lat, wraz z rozwojem techniki, w środowisku człowieka wytworzono cały szereg stałych i zmiennych pól elektrycznych o różnym natężeniu i charakterze przebiegu, pszczoły zaś nie potrafiły się do nich przyzwyczaić. Działanie stałych pól elektrycznych nie powoduje zauważalnych zmian w zachowaniu się pszczół

(Kasprzyk, Migacz 1991). Gdy pszczoły zostały poddane działaniu zmiennego pola elektrycznego o częstotliwości 50 Hz o natężeniach w przedziale od 50 V/cm do 270 V/cm, to można było zaobserwować (Weide 1959) topienie się miodu pszczelego, ogólny niepokój pszczół, który mógł zakończyć się opuszczeniem siedliska przez badaną społeczność pszczoły. Często można zauważyć drgawki u pszczół robotnic, co przypomina taniec pszczoły z ruchem odwłoku. Wraz z niepokojem rodziny pszczelej wzrasta również temperatura w ulu nawet do 39°C i 42°C. Wymuszone zachowanie się pszczół pod wpływem pola elektrycznego zaczyna się przy natężeniu pola o wartości 37 V/cm (Weide 1959). Wraz ze zwiększaniem natężenia pola zjawiska te narastają, a przy natężeniu pola 74 V/cm wystąpiło opuszczenie siedliska przez pszczoły.

Badania te były prowadzone na pszczołach zasiedlających „woskowe klateczki” i w obecności matki pszczelej. Opuszczenia siedliska nie zaobserwowano w badaniach (Kasprzyk, Migacz 1991), być może dlatego, że doświadczenia przeprowadzono na rodzinie pszczelej, nie zaś na wybranej populacji osadzonej w klateczkach.

Pszczelarz powinien chronić ul przed wnikaniem pól elektrycznych, gdyż pola te zakłócają funkcjonowanie rodziny pszczelej. Ochrona polega na odpowiedniej konstrukcji ula oraz użyciu do jego budowy odpowiednich materiałów. Często proponuje się ekranowanie ula poprzez malowanie farbą z dodatkiem metalowych proszków (farbą przewodzącą), co powinno skutecznie chronić pszczoły w ulu przed wnikaniem pól elektromagnetycznych o dużej częstotliwości.

Wynika z tego, że rozkład zastosowanego w badaniach pola elektrycznego jest rozkładem elektrostatycznym.

Ogólnie istnieje pogląd, że pszczoły wytwarzają mechanizmy chroniące gniazdo pszczele przed polem magnetycznym ziemskim. Mechanizmy te, to odpowiednie ułożenie czerwiu, kłębu pszczół oraz zapasów.

MATERIAŁ I METODA

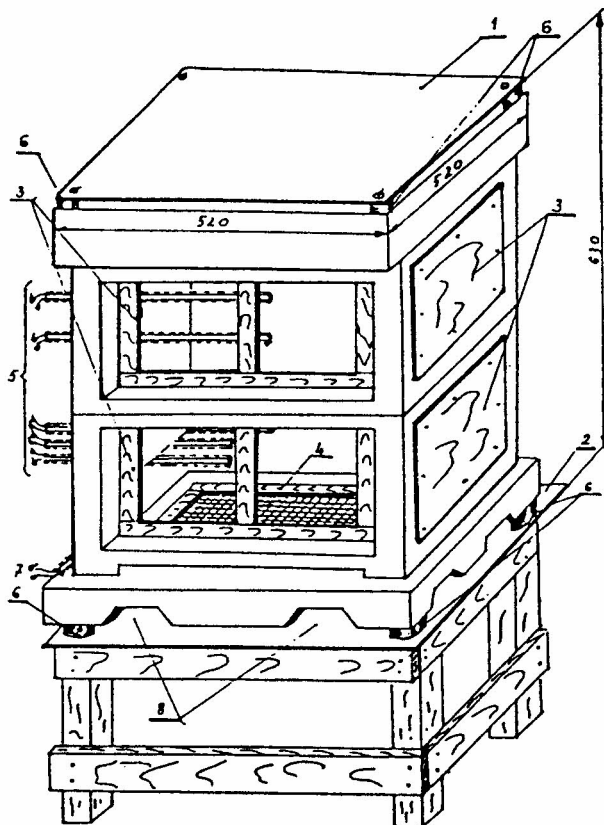
Ul obserwacyjny

Stanowisko badawcze z ulem obserwacyjnym umożliwia:

- wytworzenie pola elektrycznego w przestrzeni gniazda pszczelego,
- pomiar temperatury otoczenia oraz temperatury w wybranych przestrzeniach ula,
- obserwację zachowania się pszczół wewnątrz ula,
- pomiar wielkości elektrycznych ula z pszczołami.

Konstrukcję ula obserwacyjnego przedstawiono na rys.1. Ul obserwacyjny to dostosowany do badań, po wykonaniu przez autorów

odpowiednich przeróbek, ul wielokorpusowy styropianowy z wentylacją dennicową o wymiarze ramki 230 x 360 mm. Wentylacja dennicowa to metalowa siatka w dennicy ula.



Rys.1. Szkic ula obserwacyjnego:

1 - elektroda górna; 2 - elektroda dolna; 3 - oszklone okna obserwacyjne;
4 - siatka plastikowa; 5 - termometry oporowe do pomiaru temperatury wewnętrznej ula; 6 - elementy izolacyjne; 7 - termometr oporowy do pomiaru temperatury zewnętrznej; 8 - otwory wentylacyjne.

The outline of the experimental bee-hive:

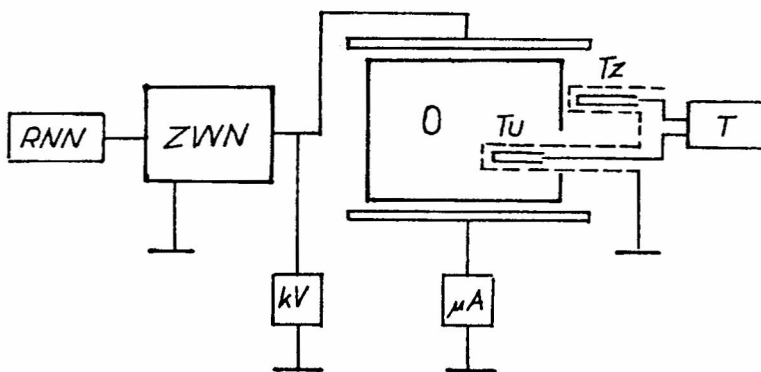
1 - the upper electrode; 2 - the bottom electrode; 3 - the watching glass-windows; 4 - the plastic rebioule; 5 - a resistance thermometer for measuring the inner-side hive- temperature; 6 - the isolating substance; 7 - the resistance thermometer for measuring the out- side hive- temperature; 8 - ventilation holes.

W związku ze stwierdzeniem dużej zależności przewodności elektrycznej styropianu użytego do budowy ula, od stopnia zawilgocenia, zastosowano elementy izolacyjne oraz siatkę plastikową (por. rys. 1). Elementy izolacyjne, wykonane ze szkła epoksydowego, uniezależniają pomiary od zmiennych

własności elektrycznych styropianu użytego do produkcji ula, zaś plastikowa siatka uniemożliwia fizyczny kontakt pszczół z metalową siatką dennicową. Pozostałe szczegóły konstrukcyjne ula obserwacyjnego są widoczne na rysunku.

Schemat zasilania i układu pomiarowego

W badaniach zastosowano pole elektryczne sinusoidalnie zmienne o częstotliwości 50 Hz wytworzone w płaskim układzie elektrod. Do wytworzenia i kontrolowania pola elektrycznego w ulu zastosowano układ przedstawiony na rys. 2. Regulacja niskiego napięcia w układzie możliwa jest w zakresie 0 - 250 V. Zasilacz wysokiego napięcia ZWN, pracujący w układzie niesymetrycznym, pozwala otrzymać napięcie o częstotliwości 50 Hz o wartości skutecznej 0 - 40 kV.



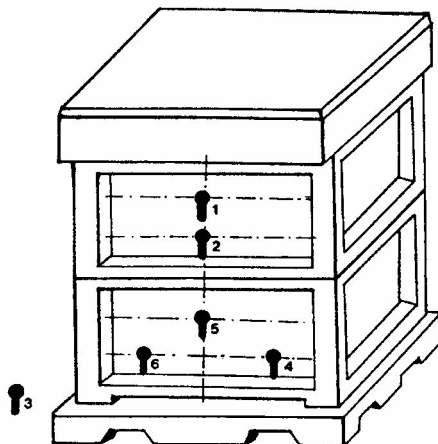
Rys. 2. Schemat układu pomiarowego:

RNN - układ regulacji niskiego napięcia; ZWN - zasilacz wysokiego napięcia; O - obiekt (ul); kV - układ pomiaru wysokiego napięcia; mA - układ pomiaru prądu elektrycznego; T - układ pomiaru temperatury; T_u - czujniki pomiarowe temperatury wewnętrznej; T_z - czujnik pomiarowy temperatury zewnętrznej.

The measurement arrangement:

RNN - the low voltage regulation structure; ZWN - the high-voltage supplier; O - the hive-object; kV - the high-voltage regulation structure; mA - the current regulation structure; T - temperature regulation structure; T_u - the bee-hive inner-side temperature sensor; T_z - the bee-hive out-side temperature sensor.

Rozmieszczenie punktów pomiarowych temperatury w ulu doświadczalnym przedstawia rys. 3.



Rys. 3. Rozmieszczenie punktów pomiarowych temperatury (widok z tyłu ula).

The disposition of the hive temperature measuring points (have seen form the hive backside).

W doświadczeniach użyto termometrów oporowych z czujnikami Pt -100. Czujniki 1, 2, 4, 5, 6 mierzą temperaturę we wnętrzu ula, czujnik 3 mierzy temperaturę na zewnątrz ula.

Przedziały natężenia pola elektrycznego oraz charakterystyki temperaturowe ula

W oparciu o dane (K a s p r z y k , M i g a c z 1991) opisujące zachowanie się pszczoł w zależności od wartości natężenia pola elektrycznego, w badaniach zastosowano następujące wartości natężenia pola elektrycznego: 30 V/cm, 60 V/cm, 120 V/cm.

Badania obejmowały przeprowadzenie pomiarów charakterystyk temperaturowych ula T w funkcji czasu t , przy różnych natężeniach pola elektrycznego E , przy równoczesnej stałej obserwacji zachowania się pszczoł poddanych działaniu pola elektrycznego.

Czas przebywania pszczoł w polu elektrycznym wynosił od kilku do kilkunastu godzin.

Zastosowano metodę eksperymentu czynnego, tzn. okresowego włączania i wyłączania pola elektrycznego o zadanych wartościach natężenia pola. Metodyka ta umożliwiła pomiar i ocenę czasu narastania zjawisk związanych z pobudzeniem pszczoł działaniem pola oraz ocenić charakter wygaszania tych zjawisk po wyłączeniu pola, jak również ocenę stopnia pobudzenia pszczoł w zależności od wartości natężenia pola elektrycznego. W tab. 1 i tab. 2 przedstawiono charakterystyki temperaturowo-czasowe ula doświadczalnego z pszczołami bez włączonego pola elektrycznego ($E = 0$ V/cm).

Tabela 1.

Zmiany temperatury w trakcie eksperymentu 1999.07.20
The hive temperature changes made during the experiment 1999.07.20

Godzina - Hour	Temperatura zewnętrzna Out hive temperature °C	Średnia temperatura zewnętrzna The average out hive temperature °C	Natężenie pola elektrycznego The electrical field intensity [V/cm]	Temperatura w ulu Inner hive temperature °C	Średnia temperatura w ulu The average out hive temperature °C
8	20,4	22,8	0	33,2	33,3
9	23,2			33,3	
10	23,2			34,1	
11	23,0			34,1	
12	23,5			33,6	
13	24,0			33,7	
14	24,0			33,8	
15	24,0			33,9	
16	24,0			32,7	
17	23,7			33,2	
18	22,0			33,2	
19	22,0			33,2	
20	18,9			31,8	

Tabela 2.

Zmiany temperatury w trakcie eksperymentu 1999.07.18
The hive temperature changes made during the experiment 1999.07.18

Godzina - Hour	Temperatura zewnętrzna Out hive temperature °C	Średnia temperatura zewnętrzna The average out hive temperature °C	Natężenie pola elektrycznego The electrical field intensity [V/cm]	Temperatura w ulu Inner hive temperature °C	Średnia temperatura w ulu The average out hive temperature °C
8	24,2	24,9	0	35,52	34,5
9	24,2			32,9	
10	24,4			33,0	
11	26,1			34,3	
12	28,0			35,2	
13	27,8			35,9	
14	26,6			36,6	
15	24,7			35,4	
16	24,7			34,1	
17	24,7			34,5	
18	24,7			34,2	
19	23,5			34,2	
20	21,1			33,3	

Charakterystyki temperaturowo-czasowe przy wartościach natężenia pola $E = 30 \text{ V/cm}$, $E = 60 \text{ V/cm}$, $E = 120 \text{ V/cm}$ przedstawiono w tab. 3, tab. 4, tab. 5 i tab. 6.

Tabela 3.

Zmiany temperatury w trakcie eksperymentu 1999.07.19
The hive temperature changes made during the experiment 1999.07.19

Godzina - Hour	Temperatura zewnątrzna Out hive temperature °C	Średnia temperatura zewnątrzna The average out hive temperature °C	Natężenie pola elektrycznego The electrical field intensity [V/cm]	Temperatura w ulu Inner hive temperature °C	Średnia temperatura w ulu The average out hive temperature °C
8	18,4	25,5	30	32,4	34,6
9	23,7			33,6	
10	25,2			34,8	
11	28,0			35,5	
12	27,8			36,0	
13	29,7			36,5	
14	27,3			34,2	
15	27,3			35,5	
16	26,1			35,0	
17	26,1			35,1	
18	26,4			34,5	
19	23,7			33,9	
20	23,0			33,8	

Tabela 4.

Zmiany temperatury w trakcie eksperymentu 1999.07.17
The hive temperature changes made during the experiment 1999.07.17

Godzina - Hour	Temperatura zewnątrzna Out hive temperature °C	Średnia temperatura zewnątrzna The average out hive temperature °C	Natężenie pola elektrycznego The electrical field intensity [V/cm]	Temperatura w ulu Inner hive temperature °C	Średnia temperatura w ulu The average out hive temperature °C
8	18,0	23,0	60	29,8	36,5
9	22,0			35,9	
10	22,5			35,9	
11	24,9			36,2	
12	24,7			36,9	
13	24,9			37,0	
14	24,4			37,2	
15	24,7			38,8	
16	24,7			38,8	
17	24,7			38,5	
18	23,5			37,1	
19	20,6			36,3	
20	20,6			36,3	

Tabela 5.

Zmiany temperatury w trakcie eksperymentu 1999.07.04
The hive temperature changes made during the experiment 1999.07.04

Godzina - Hour	Temperatura zewnętrzna Out hive temperature °C	Średnia temperatura zewnętrzna The average out hive temperature °C	Natężenie pola elektrycznego The electrical field intensity [V/cm]	Temperatura w ulu Inner hive temperature °C	Średnia temperatura w ulu The average out hive temperature °C
8	21,8	25,4	60	31,8	35,6
9	27,3			37,6	
10	27,3			37,4	
11	29,0	29,9	0	29,5	34,3
12	30,4			36,3	
13	31,2			34,8	
14	29,7			35,6	
15	29,5			35,5	
16	29,0			36,3	
17	29,0	28,2	60	41,2	38,6
18	28,8			38,7	
19	27,8			38,6	
20	26,8			38,5	

Tabela 6.

Zmiany temperatury w trakcie eksperymentu 1999.07.04
The hive temperature changes made during the experiment 1999.07.04

Godzina - Hour	Temperatura zewnętrzna Out hive temperature °C	Średnia temperatura zewnętrzna The average out hive temperature °C	Natężenie pola elektrycznego The electrical field intensity [V/cm]	Temperatura w ulu Inner hive temperature °C	Średnia temperatura w ulu The average out hive temperature °C
8	28,5	31	60	33,1	35
9	28,8			33,3	
10	28,5			33,5	
11	31,9			35,1	
12	32,6			35,9	
13	33,1			36,5	
14	34,3			37,0	
15	31,9			36,2	
16	31,6	30,7	120	36,5	39,4
17	30,7			41,2	
18	31,9			40,4	
19	30,4			39,3	
20	29,0			39,7	

Temperatury w ulu liczone są jako średnie arytmetyczne odpowiednich temperatur w punktach 1, 2, 4, 5, 6 zainstalowania czujników w ulu.

WYNIKI BADAŃ

Charakterystyki temperaturowe ula.

Z przedstawionego w tab. 1 przebiegu temperatury w ulu bez załączonego zewnętrznego pola elektrycznego wynika, że pszczoły utrzymują temperaturę w ulu na poziomie $T_{u\text{śr}} = 33,3^{\circ}\text{C}$. Stabilizacja temperatury w ulu charakterystyczna jest dla całego okresu czynnego.

Temperatura w poszczególnych przestrzeniach gniazda pszczelego waha się i zależy głównie od umiejscowienia czerwiu w gnieździe pszczelim; przy czerwiu jest najwyższa i wynosi około 35°C .

W eksperymencie opisanym w tab. 1, temperatura zewnętrzna T_z ulegała nieznacznym zmianom; w tab. 2 przedstawiono przebieg temperatury w ulu T_u przy większych wahaniami temperatury otoczenia.

Porównując przebiegi temperatur z obu doświadczeń (tab. 1, tab. 2) można wnioskować, że większym wahaniami temperatury otoczenia odpowiadają większe wahania temperatury w ulu; pomimo tych wahań średnia temperatura w ulu utrzymuje się na poziomie $T_{u\text{śr}} = 34^{\circ}\text{C}$.

Tab. 3 przedstawia przebieg temperatury w ulu przy działaniu pola elektrycznego o wartości $E = 30 \text{ V/cm}$.

Średnia temperatura w ulu w okresie pomiarowym wynosi $T_{u\text{śr}} = 34,6^{\circ}\text{C}$ przy średniej temp. zewnętrznej $T_{z\text{śr}} = 25,5^{\circ}\text{C}$ i jest bardzo zbliżona do średnich temperatur w ulu bez działania pola elektrycznego. Równocześnie nie zauważa się wyraźnych zakłóceń w ulu doświadczalnym spowodowanym działaniem pola elektrycznego.

Można przyjąć, że pole elektryczne o wartości natężenia $E \leq 30 \text{ V/cm}$ nie powoduje zakłóceń w zachowaniu pszczół w ulu.

Zmiany temperatury w ulu po załączeniu pola elektrycznego o natężeniu $E = 60 \text{ V/cm}$ przedstawia tab. 4.

Przy temperaturze zewnętrznej wynoszącej $T_{z\text{śr}} = 23^{\circ}\text{C}$, różniącej się od występujących w poprzednich doświadczeniach przy $E = 0 \text{ V/cm}$ i $E = 30 \text{ V/cm}$ średnich temperatur zewnętrznych (dla $E = 0 \text{ V/cm}$ $T_{z\text{śr}} = 24,9^{\circ}\text{C}$ zaś dla $E = 30 \text{ V/cm}$ $T_{z\text{śr}} = 25,5^{\circ}\text{C}$) odpowiednio o “-7,6%” oraz “-9,8%”, wartość średniej temperatury w ulu wynosi $T_{u\text{śr}} = 36,5^{\circ}\text{C}$. W porównaniu ze średnimi temperaturami ula dla $E = 0 \text{ V/cm}$ ($T_{u\text{śr}} = 34,5^{\circ}\text{C}$) oraz $E = 30 \text{ V/cm}$ ($T_{u\text{śr}} = 34,6^{\circ}\text{C}$), oznacza to wzrost średniej temperatury w ulu $T_{u\text{śr}}$ odpowiednio o “+5,8%” oraz “+5,5%”.

Oznacza to, że mimo obniżenia się temperatury zewnętrznej nastąpił przyrost temperatury średniej w ulu.

Zatem pole elektryczne o wartości natężenia $E = 60 \text{ V/cm}$ wpływa na podwyższenie średniej temperatury w ulu.

Typowy przebieg zmian temperatury w ulu w warunkach przeprowadzonego eksperymentu czynnego (załączenie pola o określonej wartości natężenia - wyłączenie pola - ponowne załączenie pola, skokowe podwyższenie wartości natężenia pola itp. itp.) przedstawiono w tab. 5, tab. 6.

W wyniku eksperymentu otrzymano wyraźne zmiany charakteru przebiegu charakterystyk temperaturowych ula w zależności od wartości natężenia pola elektrycznego.

Zauważalny wzrost temperatury widoczny jest w bardzo krótkim czasie po zmianie wartości natężenia pola; maksymalne chwilowe wartości temperatury ula wzrastają nawet do 43,5°C. Przy natężeniu pola elektrycznego 120 V/cm zauważono umieranie pszczół. W związku z tym eksperyment zakończono.

Reakcja pszczół

Temperatura ula jest wartością mierzalną, jej zmiany w funkcji czasu dają ilościowy obraz stanu pobudzenia pszczół, jako ich reakcji na działanie pola elektrycznego.

Ważnym elementem doświadczenia jest stała obserwacja zachowania się pszczół w ulu poddanym działaniu pola elektrycznego, co stawia wymóg zastosowania ula o odpowiedniej konstrukcji. Konstrukcja zastosowanego ula doświadczalnego (rys. 1) umożliwia w zupełności wnikliwą obserwację rodziny pszczelej.

Wyniki obserwacji zachowania się pszczół w trakcie eksperymentu zebrano w tab. 7.

Tabela 7.

Opis zachowania się pszczół w polu elektrycznym zmiennym o częstotliwości 50 Hz - The description of the bee-behaviour inside the alternative electrical field by the 50 Hz frequency

Pole elektryczne zmienne o częstotliwości 50 Hz - Alternative electrical field 50 Hz frequency	
Natężenie pola elektrycznego The electrical field intensity [V/cm]	Opis zachowania pszczół. The description of bee behaviour.
30	Brak widocznych zmian w zachowaniu pszczół.
60	Pszczoly reagują natychmiast po załączeniu pola. Zmniejsza się liczba pszczół wylatujących z ula, pszczoły przylatujące nie wchodzą do ula; występuje częściowa blokada wylotu pszczół z ula. W ulu pszczoły wykonują nieskoordynowane ruchy, potykając się jedna o drugą. Zwykle jednostajny "szum" pszczół słyszany z ula przechodzi w głośnie brzęczenie. Opisane zjawiska zanikają stopniowo po około 1 godzinie od momentu wyłączenia pola.
120	Pszczoly reagują natychmiast po załączeniu na działanie pola. Następuje blokada wylotu pszczół z ula. Pszczoły przylatujące nie wchodzą do ula gromadząc się wokół jego wejścia, obsiadają też przednią ściankę ula. Pszczoły w ulu przemieszczają się beładnie (wykonując nieskoordynowane ruchy) w kierunku pustych przestrzeni ula, gdzie wiążą się w cienie tańcuchy. Po około 10 minutach od włączenia pola część pszczół dostaje drgawek, staje się względem siebie agresywna atakując i szarpiąc się wzajemnie żuwaczkami, chociaż nie widać prób żądlenia. Odgłos "szumu" z ula przechodzi w cieni "pisk" wydawany przez pszczoły. Z wyjścia ula wyczuwalny jest zapach jadu pszczelego. Opisane zjawiska zanikają stopniowo po około 1 godzinie od momentu wyłączenia pola.

UWAGI KOŃCOWE I WNIOSKI

Przedstawiony w opracowaniu materiał doświadczalny traktować należy jako wybrany z całości zgromadzonego w trakcie eksperymentu materiału.

Obserwacje w ulu doświadczalnym prowadzono w sposób ciągły; każda z charakterystyk ula, mierzona przy założonych parametrach, zdejmowana była co najmniej 3 krotnie.

Na podstawie otrzymanych wyników badań i przeprowadzonych analiz, sformułować można najważniejsze wnioski, które przedstawiono poniżej.

1. W okresie aktywnym ula istnieje zależność temperatury w ulu od temperatury otoczenia. Większym wahaniom temperatury otoczenia odpowiadają większe wahania temperatury w ulu. Temperatura w ulu zależy od stanu i rozłożenia czerwiu wewnątrz ula.
2. W wyniku działania pola elektrycznego zmiennego o częstotliwości 50 Hz o wartości natężenia $E > 30$ V/cm następuje zmiana zarówno chwilowych wartości temperatur w poszczególnych przestrzeniach ula, jak i średniej wartości temperatury ula $T_{u\text{śr}}$; im większa wartość natężenia pola elektrycznego, tym większa temperatura w ulu.

Przy średniej temperaturze zewnętrznej $T_z = 27^\circ\text{C}$ średnia temperatura w ulu potrafi wzrosnąć do wartości $T_{u\text{śr}} = 39,5^\circ\text{C}$, zaś chwilowa temperatura ula do wartości $T_u = 41,5^\circ\text{C}$. W niektórych przestrzeniach ula temperatura T_u wzrasta powyżej 42°C ; przy temperaturze tej obserwuje się umieranie pszczoł.

3. Pole elektryczne zmienne częstotliwości 50 Hz o natężeniach większych od 30 V/cm w sposób zauważalny zakłóca życie rodziny pszczelej; zmiany w zachowaniu się pszczoł pod jego wpływem, jak agresywność, zakłócenie koordynacji ruchów itp. itp. (por. tab. 7), niekorzystne z punktu widzenia biologii rodziny pszczelej, nie powinny mieć miejsca w trakcie normalnego funkcjonowania rodziny pszczelej.
4. Istnieje górna granica E_{gr} dopuszczalnej wartości natężenia pola elektrycznego oddziałującego na rodzinę pszczelą, przy której zaczynają padać pszczoły. W polu elektrycznym o przyjętej konfiguracji elektrod (płaski układ elektrod) granica ta wynosi $E_{gr} = 120$ V/cm.

LITERATURA

- Grobow O. F., Smirnow A. M., Popow A. M. (1987)- Boliezni i wriediteli miedonosnych pcziel; Moskwa - W. O. „Agropromizdat”.
- Horn H. (1983)- Bienen un elektrischen Feld, ADIZ, 11.
- Kasprzyk A. , Migacz A. (1991)- Rodzina pszczela w polu elektrycznym; Wyd. AGH Elektrotechnika, t. X, Z. 4, 1991.

- Kasprzyk A., Migacz A. (2000)- Działanie pola elektrycznego zmiennego o częstotliwości 50 Hz na rodzinę pszczelą; XXXVII Naukowa Konferencja Pszczelarska, Puławy 2000.
- Migacz A., Kasprzyk A., Nowak W. (1993)- Wstępne badania wpływu pól elektrycznych na rodzinę pszczelą oraz ich rozkład pod jednotorową linią przesyłową wysokiego napięcia w układzie płaskim; XXX Naukowa Konferencja Pszczelarska, Puławy 1993.
- Szpor S.- Wytrzymałość elektryczna i technika izolacyjna (1959) - PWN Warszawa 1959.
- Weide W. (1959)- Einige nobinzen über die Reaktionen von Honig bienen auf die elektrische Spannung, Aus dem Zoologischen Institut der Martin Luther, Universität Halle Wittenberg, VIII / 6963 / 964, 1959.
- Die Naturrissen Schäften, Springer Verlag, Berlin -
Göttinger - Weidelberg (1960)- Über Reaktionen der Honig biene (*Apis mellifera* L.) gegenüber Starken elektrischen Feldem, Heft 1, 22/23, 1960.

BEE BEHAVIOUR SUPPOSED UNDER THE INFLUENCE OF AN SINUSOIDAL ALTERNATING ELECTRICAL AREA BY THE 50 HZ FREQUENCY

A. Kasprzyk, A. Migacz

S u m m a r y

This article tells us about the researches made upon a family of bees, which were subjected under the outside electrical area being sinusoidal and alternating and having 50 Hz frequency. The beehive was made from a stereo-foam having double trunk and bottom ventilation and also was provided by sensor-devices for the purpose of measurements. The electrical alternating area was made between two parallel and flat electrodes, which were supplied by the asymmetrical arrangement of the high voltage.

By the help of the resistance thermometers together with the sensors PT-100, it had been measured the temperature in five different points inside this beehive and also outside it. The behaviour of bees had been observed through the watch-windows especially made to the purpose of observing all that what was going on inside the beehive, and what was going on in the same time outside around the hive, obtaining results that are given below.

1. Inside the electrical field between 0.0 [V/cm] and 30.0 [V/cm], there was no change in the behaviour of bees inside the hive.
2. In the section of the electrical field between 30.0 and 60.0 [V/cm], the reaction of bees was immediately after the turning the higher field on. There was fewer amount of bees which were going out of the hive, and the bees which were going to come in did not want to enter. The bees inside the hive were making movements that were visibly disordered and disordinated and were colliding one onto the other. The monotonic sound that always could be heard inside the bee-hive had become into a

loud buzzing, and the temperature in some parts of the hive had increased. All the above mentioned phenomena disappeared after one hour time of acting this electrical-field.

3. When the electrical field was put onto the 120.0 [V/cm], the mentioned above phenomena became stronger, and the hive-bees began to move about in some chaotic way, searching free hollow places and making vertical narrow chains. After about ten minutes time from the moment of its putting on, a part of bees had got some kind of convulsions and the others became aggressive one to the other biting themselves by the help of their chewings- mouths, but it could not be seen that they were used their stings. The voice which normally comes out of the hive, has gone to some kind of peep and out of the hive hole-door could be scented some kind of the bee-venom (-poison). Inside the hive could be observed a real growth of temperature (for example: from the 32.10°C to the 42.20°C). After an hour time, which had past from the pointtime of including that 120 [V/cm] of electrical field, the described above phenomena are disappearing.
4. After some hours activity of the 120 [V/cm] electrical field, some bees began to die, and because of this case this experiment had been cut down.

Keywords: bee-family, an apiary, an electrical field, intensity of the electrical field.