

БИОЛОГИЯ

УДК 612.57

ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ПЧЕЛ К АНТРОПОГЕННЫМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПОЛЯМ

© 2013 г.

А.Е. Хомутов, В.А. Петров

Нижегородский госуниверситет им. Н.И. Лобачевского

kfg@bio.unn.ru

Поступила в редакцию 10.04.2013

Изучена индивидуальная чувствительность пчел к электрическим полям, индуцированным постоянным, переменным и импульсным токами. Оказалось, что максимальная продолжительность шокового состояния и максимальная продолжительность жизни регистрируются при действии импульсного тока.

Ключевые слова: пчелы, переменный ток, постоянный ток, импульсный ток.

Введение

В настоящее время в литературе описаны многочисленные исследования, посвященные изучению воздействия электромагнитных, электрических и магнитных полей на жизнедеятельность пчел [1–5].

Специфическое реагирование пчел на электрическое поле (ЭП) высокой напряженности связано с тем, что они пользуются статическим электричеством в системе внутриульевого связи. Эта связь посредством ЭП используется в процессе передачи информации об обнаруженных источниках корма и других целях полетов пчел. Возвращаясь в улей пчела-сигнальщица («танцовщица») заряжается трением о соты. Заряд пчелы может достигать 80–90 пКл, что примерно на 2 порядка выше, чем у неактивных ульевых пчел. Наличие заряда на теле пчелы-сигнальщицы и колебание ее брюшка порождают вокруг нее специфическую переменность напряженности ЭП. Без этого в перенаселенном пчелином жилище при невозможности использования визуальной ориентации была бы невозможна связь между пчелой-сигнальщицей и мобилизуемыми ею пчелами. Здесь уместно подчеркнуть, что описанный способ применения электрической связи наземными животными обнаружен пока только у медоносной пчелы [6–9].

Все исследования, посвященные изучению влияния электромагнитных полей, были проведены не на отдельных пчелах, а на физиологически полноценных пчелиных семьях. Однако, по-видимому, электрические поля способны

влиять и на отдельно взятую особь, в связи с чем предпринята настоящая работа.

Материал и методы исследования

Работа была выполнена на 8000 особях среднерусской породы пчел. Для выяснения индивидуальной чувствительности пчел к электрическому полю были проведены эксперименты, в которых каждая пчела фиксировалась в области груди токонесущими электродами, покрытыми изолирующим лаком. В зависимости от задач эксперимента использовались постоянный, переменный ток промышленной частоты и импульсный ток. Частота подаваемого сигнала изменялась в пределах от 20 до 5000 Гц, амплитуда – от 5 до 30 В. Оценивалось время наступления и продолжительность шока, вызванного электрическим током различной амплитудно-частотной характеристики.

Продолжительность жизни контрольной и экспериментальной групп оценивалась в сутках от момента раздражения. Пчелы по 100 штук в каждой группе помещались в садки, которые затем устанавливались в термостат при 34°C. Ежедневно в 12.00 часов подсчитывали количество погибших особей.

При изучении индивидуальной ядопродуктивности пчелы фиксировались пинцетом за грудку, кончик брюшка подносили к краю предметного стекла, на которое эякулировался яд. После высушивания при комнатной температуре в темном месте производилось взвешивание яда суммарно от 100 пчел.

Таблица 1

Влияние постоянного тока на физиологическое состояние пчел

Параметры измерения	Контроль	Амплитуда, В			
		10	20	30	40
Время наступления шока, с	–	486±26	300±15	28±2.1	10±0.8
Продолжительность шока, с	–	31±2.4	62±14	140±23	172±29
Продолжительность жизни, сут	15±1.1	12±1.4	8±0.5*	5±0.3*	2±0.1*
Ядопродуктивность, мг/100 пчел	1.1±0.03	1.6±0.1*	3.2±0.3*	3.8±0.5*	4.6±0.7*

* Различия между контрольными и экспериментальными группами статистически значимы ($p \leq 0.05$).

Таблица 2

Влияние переменного тока на физиологическое состояние пчел

Параметры измерения	Контроль	Амплитуда, В			
		10	20	30	40
Время наступления шока, с	–	452±8.0	95±5.8	24±5.2	16±1.2
Продолжительность шока, с	–	40±3.8	93±10.6	154±16.2	222±19.1
Продолжительность жизни, сут	14±0.3*	11±1.1*	6.0±1.5*	4.2±0.3*	4.0±0.7*
Ядопродуктивность, мг/100 пчел	1.3±0.1*	2.2±0.3*	4.6±0.2*	6.8±1.0*	7.9±0.9*

* Различия между контрольными и экспериментальными группами статистически значимы ($p \leq 0.05$).

Полученные данные были подвергнуты статистической обработке методом парных сравнений по критерию Стьюдента [10].

Результаты и их обсуждение

При действии постоянного тока время наступления и продолжительность шока (общий паралич мышц) зависели от амплитуды выходного сигнала. Максимальный дезинтегрирующий эффект отмечался при амплитуде 40 В. В этом случае время наступления шока равнялось 10 ± 0.8 с, а продолжительность шока – 172 ± 29 с (табл. 1).

Продолжительность жизни контрольных пчел, не подвергавшихся воздействию электрического поля, равнялась 15 ± 1.1 сут. При амплитудах 5 и 10 В не зарегистрировано достоверных изменений продолжительности жизни, хотя наблюдалась общая тенденция к ее снижению. При увеличении амплитуды постоянного тока продолжительность жизни пчел уменьшалась пропорционально возрастанию амплитуды сигнала и при 40 В составляла 2 ± 0.1 сут (табл. 1).

Суммарная ядопродуктивность от 100 пчел оценивалась в контроле и опыте. Максимальная ядопродуктивность отмечалась при амплитуде 40 В и составляла 4.6 ± 0.7 мг/100 особей (табл. 1).

Однако этот эффект сопровождается значительным снижением продолжительности жизни, а при интенсивности раздражителя 30–40 В – массовой гибелью пчел.

Сходная картина воздействия переменного тока промышленной частоты (50 Гц) при индивидуальном раздражении пчел характеризовалась, в основном, теми же закономерностями, что и при применении постоянного тока. Наблюдалась отчетливая зависимость показателей физиологического состояния и ядопродуктивности от интенсивности раздражителя. Максимальный эффект всех исследуемых параметров наблюдался при амплитуде переменного тока 40 В. Необходимо отметить, что даже при использовании максимальной амплитуды переменного тока время наступления паралича меньше, продолжительность шока – больше, продолжительность жизни пчел и ядопродуктивность выше, чем у группы пчел, подвергавшихся воздействию постоянным током (табл. 2).

При исследовании действия импульсного тока на пчел схема опыта оставалась прежней. Амплитуда раздражения в разных сериях возрастала от 5 до 30 В с шагом в 5 В, частота возрастала от 20 до 5000 Гц. Было показано, что при 5 В при всех исследованных частотах в течение 30 мин шоковое состояние отсутствовало. При увеличении амплитуды раздражения время наступления шока снижалось параллельно увеличению амплитуды. Необходимо отметить, что снижение времени наступления шока зависело не только от амплитуды, но и от частоты раздражающего сигнала. Однако при частоте 5000 Гц при всех исследованных ампли-

Таблица 3

Время (с) наступления шокового состояния пчел при непрерывном действии импульсного тока различных амплитудно-частотных характеристик

Амплитуда, В	Частота импульсного тока, Гц				
	20	200	500	1000	2000
5	-	-	-	-	-
10	-	227±5.4	178±3.9	153±2.9	182±5.8
15	232±4.6	156±15.0	133±6.8	102±7.7	128±9.1
20	71±9.7	62±13.3	83±8.7	77±8.7	42±4.5
25	71±10.0	65±10.2	46±4.9	33±3.4	30±4.0
30	54±10.8	57±5.9	28±3.9	20±2.0	28±3.4

Таблица 4

Продолжительность (с) шокового состояния пчел при непрерывном действии импульсного тока различных амплитудно-частотных характеристик

Амплитуда, В	Частота импульсного тока, Гц				
	20	200	500	1000	2000
5	-	-	-	-	-
10	-	64±8.0	76±7.4	75±9.0	77±8.6
15	89±9.0	91±7.5	88±8.5	87±8.3	66±8.2
20	74±8.8	67±8.2	144±12.2	88±6.5	172±40.2
25	126±18.5	155±13.8	166±13.9	190±14.4	194±12.2
30	148±18.7	208±13.3	219±12.3	228±11.5	218±12.0

Таблица 5

Продолжительность жизни пчел при непрерывном действии импульсного тока различных амплитудно-частотных характеристик (контроль – 13.9±0.8 сут)

Амплитуда, В	Частота импульсного тока, Гц					
	20	200	500	1000	2000	5000
5	10.7±0.6*	12.6±1.0	12.2±0.6	14.0±0.5	15.5±0.7	13.7±0.6
10	8.4±0.3*	9.7±0.4*	10.2±0.3*	10.8±0.4*	11.6±0.2*	12.6±0.5
15	13.5±0.3	7.5±0.4*	8.8±0.2*	8.2±0.3*	9.3±0.2*	9.6±0.1*
20	7.0±0.2*	7.3±0.4*	7.7±0.3*	7.6±0.2*	8.2±0.3*	8.4±0.2*
25	5.9±0.5*	6.5±0.3*	6.8±0.1*	7.0±0.2*	7.0±0.4*	7.3±0.3*
30	4.0±0.3*	5.7±0.4*	6.3±0.3*	6.2±0.5*	6.5±0.1*	6.6±0.4*

* Различия между контрольными и экспериментальными группами статистически значимы ($p \leq 0.05$).

тудных характеристиках не удавалось вызвать шокового состояния пчел в течение 30 мин. Также не удавалось вызвать шоковое состояние при сочетании амплитуды 10 В и частоты 20 Гц (табл. 3).

Максимальная чувствительность пчел к импульсному току отмечалась при частоте 1000 Гц и амплитуде 30 В. При частоте раздражения 5000 Гц шокового состояния не отмечалось в течение 30 мин. Аналогичная картина наблюдалась при раздражении с амплитудой 5 В (табл. 3).

Одновременно при тех же условиях эксперимента оценивали продолжительность шока. Как показали опыты, продолжительность шока, так же как и время его наступления, зависят от амплитудно-частотных характеристик выходного сигнала: чем выше амплитуда и частота раздражения, тем продолжительнее шоковое состояние (табл. 4).

При оценке этой группы экспериментов необходимо отметить, что минимальное время наступления шока и его максимальная продолжительность отмечались при частоте раздражения 1000 Гц и амплитуде 30 В. Количество по-

гибших пчел было незначительно, хотя при пробном применении амплитуды в 40 В отход достигал 20–30%, в связи с чем нами использовалась максимальная амплитуда в 30 В (табл. 4).

Ранее рядом исследователей было установлено, что продолжительность жизни в экспериментальных садках при температуре 34°C составляет 8–13 суток [11, 12].

В наших экспериментах продолжительность жизни пчел, не подвергавшихся воздействию ЭП, составляла 13.9±0.8 суток. Наибольшее воздействие на пчел оказывало воздействие ЭП с частотой 20 Гц. Так, при действии импульсного тока с амплитудой 30 В и частотой 20 Гц продолжительность жизни пчел в садках при температуре 34°C снижалась до 4.0±0.3 суток (табл. 5).

Интересно отметить, что даже при амплитуде сигнала 5 В, при которой не отмечалось шокового состояния в течение 30 мин, продолжительность жизни пчел достоверно снижалась.

При частотах 200, 500, 1000 и 2000 Гц и напряжениях 10, 15, 20, 25 и 30 В продолжительность жизни снижалась пропорционально ам-

плитуде выходного сигнала. Однако при фиксированной амплитуде изменение частоты в пределах 20–2000 Гц сопровождалось увеличением продолжительности жизни по мере увеличения частоты, оставаясь, тем не менее, меньше контрольных величин. Отдельно необходимо отметить снижение продолжительности жизни при использовании частоты 5000 Гц. В предыдущих экспериментах было показано, что при данной частоте шокового состояния не наблюдается в диапазоне от 5 до 30 В. Однако продолжительность жизни в этом случае снижалась пропорционально величине напряжения, так же как и при использовании других частот, вызывающих шоковое состояние.

Таким образом, проведенный сравнительный анализ физиологического состояния пчел показал, что при использовании постоянного, переменного и импульсного токов наступление шокового состояния, продолжительность шока и продолжительность жизни зависят от амплитудно-частотных характеристик тока, индуцирующего электрическое поле. Тем не менее, наиболее «мягким» раздражителем является импульсный ток, при действии которого продолжительность жизни пчел значительно выше, чем при воздействии постоянным и переменным токами.

Список литературы

1. Соловьева Л.Ф. Резистентное воздействие магнитного стимулирующего устройства на пчел // Материалы VII научно-практической конф. «Апитерапия сегодня», Рыбное, 2000. С. 34–35.
2. Борисов Д.С., Орлов Б.Н. Влияние периодического экранирования пчел от воздействия природных ЭМИ // Материалы 3-й международной научно-практической конф. «Интермед-2002», Москва, 2002. С. 37–38.
3. Ломаев Г.В., Бондарева Н.В. Минерализация ферромагнитной фазы в онтогенезе пчел // Материалы международной научно-практической конф. «Инновации в пчеловодстве», Рыбное, 2009. С. 116–123.
4. Wamke U. Effects of electric charges on honey bees // *Bee World*. 1976. V. 57. № 2. P. 50–56.
5. Colin M.E., Richard D. Mise in evidence et mesure des charges electriques portees par les abeilles // *Bull. SFECA*. 1987. V. 2. № 2. P. 490.
6. Еськов Е.К. Пчелы и электрические поля // *Пчеловодство*. 1981. № 9. С. 10–11.
7. Еськов Е.К. Этолого-физиологические реакции пчел на низкочастотные электрические поля // Материалы координационного совещания и конф. «Новое в науке и практике пчеловодства», Москва, 2003. С. 132–136.
8. Рыбочкин А.Ф. Воздействие электромагнитных излучений и электрических полей на живые организмы // Материалы научно-практической конф. «Инновации в пчеловодстве», Рыбное, 2009. С. 107–110.
9. Shcherbakov V.P., Winklhofer M. The osmotic magnetometer: a new model for magnetite-based magnetoreceptors in animals // *Eur. Biophys. J.* 1999. V. 28. P. 380–392.
10. Гланц С. Медико-биологическая статистика. Пер. с англ. М.: Практика, 1999. 459 с.
11. Мусаев Ф.Г. Отбор яда и состояние пчелиной семьи // *Пчеловодство*. 1978. № 5. С. 44–45.
12. Galuszka H. Czy utrata jadu pod wplywem pradu elektrycznego skraca zycia pszczoly // *Pszczelarstwo*. 1971. № 9. S. 5.

INDIVIDUAL SENSITIVITY OF BEES TO ANTHROPOGENIC ELECTRIC FIELDS

A.E. Khomutov, V.A. Petrov

Individual sensitivity of bees to electric fields induced by alternating, direct and pulse currents has been studied experimentally. Maximum durations of shock and life span have been registered for the bees being under the action of pulse current.

Keywords: bees, alternating current, direct current, pulse current.