

РЕАКЦИИ ПЧЕЛ НА АТМОСФЕРИКИ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПОЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ

Изучены закономерности развития адаптаций к ЭП промышленной частоты у медоносных пчел в условиях техногенного загрязнения среды. Установлена специфичность реагирования пчел на природные и искусственные электрические поля. Эти особенности можно использовать для управления их поведением.

Природные электрические поля действовали на Земле задолго до появления на ней жизни. В процессе ее зарождения и эволюции природные ЭП, взаимодействуя с биоэлектрическими процессами в организме, оказывали влияние на его состояние и функционирование. Это побуждало у биообъектов развитие механизмов восприятия и использования ЭП, а также способствовало приобретению средств защиты от повреждающего электромагнитного воздействия.

Низкочастотные ЭП в атмосфере Земли порождаются преимущественно разрядами

облаков (атмосферами). В грозовых и слоистых облаках напряженность ЭП может достигать 105 В/м. Возникновению грозового разряда предшествует повышение напряженности ЭП до 106 В/м. Медленным разрядам облаков сопутствуют изменения напряженности, частота следования которых может быть ниже 1 Гц, а быстрым – десятки килогерц. В радиусе 250 км от грозового фронта напряженность ЭП может достигать 2,5 кВ/м [2, 3].

Значительные локальные аномалии ЭП порождаются высоковольтными линиями электропередачи (ВЛ ЛЭП). Чаще всего они используются для передачи тока частотой 50 или 60 Гц. Напряженность ЭП в зоне ВЛ ЛЭП зависит от приложенного к ним напряжения. На высоте 2 м от земли напряженность ЭП под ЛЭП – 500 кВ составляет 6 кВ/м, под ЛЭП – 750 кВ – 11 кВ/м.

Пчелы по-разному реагируют на ЭП в зависимости от их частоты и напряженности. Немаловажное значение имеют продолжительность действия ЭП, состояние пчел и экологическая ситуация. Отличается также их реагирование на изменение параметров ЭП.

Повышение активности атмосфериков, сопутствующее приближению грозового фронта, стимулирует пчел прекращать фуражировку и возвращаться в улей. Доминирующая роль в этом принадлежит раздражению пчел наведенными токами, порождаемыми атмосферами. Они, стимулируя инстинкт хоминга (возвращения в жилище), обеспечивают защиту от неблагоприятных погодных условий.

Поля ВЛ ЛЭП дестабилизируют внутригневовую микроклимат (рис. 1). В гнезде семьи, находящейся под ЛЭП – 500 кВ, температура повышается по отношению к норме на 3-7 °С, концентрация углекислого газа

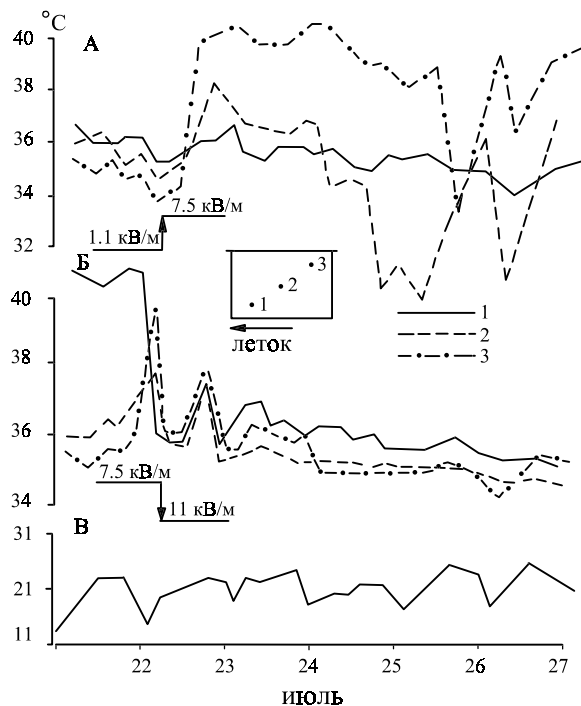


Рисунок 1. Изменение внутригневовой температуры при приближении (А) или удалении улья (Б) к крайней фазе ЛЭП – 500 кВ (В – изменения внешней температуры; 1 – 3 – размещение термодатчиков в среднем межсотовом пространстве).

возрастает в 2-6 раз (при норме в разных зонах гнезда от 0,1 до 0,3%). ЭП интенсифицирует прополисование пчелами летка и прилегающих к нему внутренних частей улья. При этом снижается продуктивность полетов пчел-фуражиров, занимающихся доставкой нектара и цветочной пыльцы. Отмеченные последствия воздействия ЭП на пчел можно существенно ослабить посредством экранирования всего улья или заземления его металлической крышки (рис. 1).

ЭП стимулируют повышение двигательной активности у пчел. Степень их активизации зависит от напряженности ЭП. Высокую активизацию локомоций пчел стимулирует низкочастотное ЭП напряженностью 20 ± 3 кВ/м. Особенно высокая активность пчел под действием такой стимуляции поддерживается в течение первых 4-7 мин. от начала включения ЭП. Затем начинается некоторый спад активности, чему сопутствует и образование на сотах сгруппированных рядами скоплений пчел, ориентируемых преимущественно вдоль силовых линий или под небольшим углом к ним (рис. 2).

Пчелы медленно нормализуют внутригнездовую температуру после стимуляции ЭП высокой напряженности. Например, после 15-минутного воздействия ЭП напряженностью 25 кВ/м температура в центральной части гнезда повышается с 33,1–34,5 °С до 42,2–43,4 °С. Через 5 ч. после отключения ЭП температура в контролируемых зонах гнезда понижается до 34,5–35,3 °С и только через 17–20 ч. возвращается к исходному уровню (рис. 2).

ЭП обладает выраженным репеллентным эффектом. Он настолько велик, что превосходит трофическую мотивацию. Например, несколько сотен пчел, собравшихся у кормушки, наполненной медом, взлетают с нее за 3-10 с после включения ЭП напряженностью 40-60 кВ/м. Но всякий раз после отключения ЭП пчелы вновь собираются на кормушке.

Действие ЭП способствует многократному усилению эффективности химических

препаратов, применяемых в пчеловодстве для борьбы с варроатозом. Применение ЭП в устройствах для термического освобождения от клещей обеспечивает повышение выживания пчел. Этому способствует интенсификация испарения метаболической воды и охлаждения тела пчел. В результате их толерантность к высокой температуре возрастает. Высокая же подвижность пчел, стимулируемая воздействием на них ЭП, способствует механическому освобождению от клещей.

Для восприятия низкочастотных ЭП в зависимости от биологической ситуации пчелами используются два независимых способа. Один из них основан на использовании механорецепторных органов, другой – на раздражении наведенными токами. Роль специализированного механорецептора у пчел выполняют быстроадаптирующиеся трихоидные сенсориллы, расположенные на темени за фасеточными глазами. Амплитуда колебаний волосков находится в прямой зависимости от напряженности ЭП. Его повышению от 5 до 50 кВ/м сопутствует увеличение амплитуды колебаний волоска примерно в 25 раз. При неизменной напряженности повышение частоты ЭП от 5 до 500 Гц отражается на уменьшении амплитуды колебаний волоска в 1,3 раза.

Колебания волоска деформируют дендрит нейрона, локализирующегося в кутикулярной капсуле. Нейрон отвечает генерацией нервных импульсов на низкочастотные колебания волоска, отклоняющие его всего на 1°. Импульсация генерируется только в периоды отклонения волоска. Фиксация волоска в любом отклоненном положении, отличающемся от

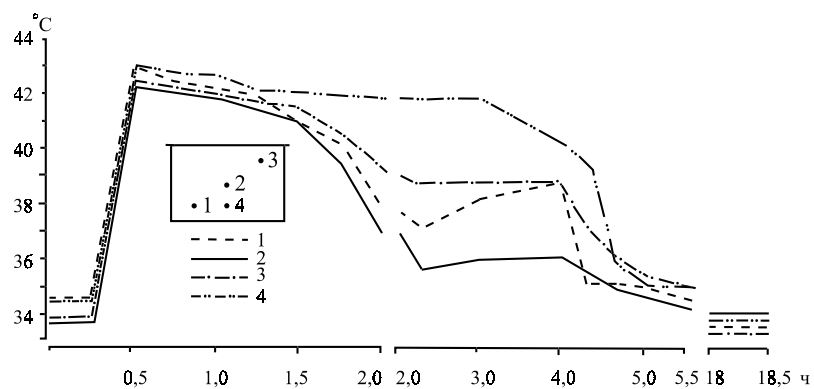


Рисунок 2. Изменение внутригнездовой температуры после стимуляции ЭП напряженностью 25 кВ/м.

исходного (равновесного), не стимулирует нейрон генерировать нервные импульсы. Напряженность действующего ЭП кодируется в количестве нервных импульсов, урежающихся в процессе адаптации к действию стимула.

Подобно трихоидным сенсиллам, под действием ЭП вибрируют антенны. Их резонансная частота у пчел приходится на 50 Гц. ЭП указанной частоты при напряженности 70 кВ/м отклоняют антенны на 3°, при 150 кВ/м – на 17°. Вибрации антенн воспринимаются джонстоновыми органами, а также многочисленными антеннальными проприорецепторами. Эффективность действия ЭП возрастает с повышением статического заряда на теле пчелы, так как это влияет на увеличение отклонения антенн и/или быстроадаптирующихся трихоидных сенсилл, являющихся специализированными рецепторами акустических и электрических полей [1].

Восприятие ЭП, не связанное с механорецепцией, основано на раздражении пчел

наведенными токами. Их раздражающая эффективность возрастает с повышением напряженности ЭП. Его частота нелинейно связана с величиной наводимых токов. Эта нелинейная частотная зависимость чувствительности пчел к току порождает неравномерность частотной характеристики восприятия ими ЭП. У пчелиных семей максимум чувствительности находится на частоте 500±30 Гц. Порог чувствительности пчелиных семей к ЭП указанного частотного диапазона составляет 0,5 кВ/м.

Итак, пчелы специфически реагируют на природные и искусственные электрические поля. Высокой эффективностью обладают ЭП высоковольтных линий электропередачи. Они стимулируют чаще всего неадекватные реакции, что связано с отсутствием адаптаций к этому стимулу. Специфичность реагирования пчел на ЭП позволяет использовать это средство для управления их поведением.

Список использованной литературы:

1. Еськов Е.К. Фоторецепторы медоносных пчел // Биофизика. 1975. Т. 20. №4. С. 646-651.
2. Имянитов И.М. К вопросу об электризации и проводимости грозовых облаков // Докл. АН СССР. 1956. Т. 109. №1. С. 7-79.
3. Friedmann M. Von. Einfluss electrischer Felder ouf Organismen // Electrotechnik und Maschinenbau. 1975. Bd. 91. N 10. P. 510-512.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (№08-04-97009)