



ВСЕРОССИЙСКОЕ
ЧЕМПИОНАТНОЕ
ДВИЖЕНИЕ
ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ
МАСТЕРСТВУ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЦИФРОВОМУ МОНИТОРИНГУ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ

**По компетенции «Интеллектуальные системы
агропроизводства»**

Основная категория, категория Юниоры



ВСЕРОССИЙСКОЕ
ЧЕМПИОНАТНОЕ
ДВИЖЕНИЕ
ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ
МАСТЕРСТВУ

СОДЕРЖАНИЕ

1	Раздел 1. Влажностный режим в пчелином улье.....	3
2	Раздел 2. Интерпретация звуковых колебаний пчелиной семьи.....	6
3	Раздел 3. Температурный режим в пчелином улье.....	9
4	Раздел 4. Динамика изменения массы пчелиного улья. Мониторинг и анализ.....	12
	Источники.....	14



РАЗДЕЛ 1. ВЛАЖНОСТНЫЙ РЕЖИМ В ПЧЕЛИНОМ УЛЬЕ

Режим влажности имеет существенное значение в жизни пчелиной семьи. Воздух содержит определенное количество водяных паров (воды), которые определяют его влажность. Количество водяных паров в воздухе выражается их массой в миллиграммах в 1 м³ воздуха, или в процентах относительной влажности. Относительная влажность — это отношение количества водяных паров, содержащихся в воздухе, к количеству водяных паров (воды), которое при данной температуре воздух способен впитать.

Если воздух, насыщенный водяными парами, охлаждается, избыточное количество водяных паров конденсируется в малые водяные капли или в туман. Эту воду называют конденсированной. Чем больше воздух охлаждается, тем больше воды из него осаждается. Воздух всего пространства улья может впитать такое количество водяных паров, которое соответствует данной наиболее низкой температуре. В то же время в отдельных местах улья температура и соответствующая ей влажность могут иметь довольно большое различие.

Влажность воздуха увеличивается от центра клуба пчёл к стенкам улья. Поскольку содержание воды в воздухе определенного пространства улья определяется температурой в наиболее холодном месте, воздух в улье может быть насыщен влагой лишь в этом наиболее холодном месте.

Наибольшее количество водяных паров в улье выделяется при обмене веществ пчелиной семьи. Более интенсивный, чем в зимний период, когда нет расплода, обмен веществ происходит после начала откладывания яиц маткой. Пчелы в своем теле разлагают инвертный сахар, вдыхая кислород воздуха, и таким образом вырабатывают тепло (так называемое тихое разложение). В результате разложения моносахаридов с участием кислорода возникают



углекислый газ и вода. Углекислый газ пчелы выделяют сразу, а вода сначала остается в теле пчелы, затем поступает в систему кровообращения, попадает в трахейную систему, и наконец она выводится из организма в виде водяного пара.

Если среднее потребление моносахаридов в зимний период составляет 20 г в день, то при обмене веществ выделяется примерно 12 г воды в сутки. Если в весенний период потребление моносахаридов увеличится в среднем до 80 г в день, тогда количество выделенной воды увеличится до 48 г.

Остальная влага в улье образуется из наружного воздуха, который при определенных условиях может попадать в улей. В зимний период, при устойчивой холодной погоде, в ульи не проникает дополнительная влага, и таким образом, в них бывает сухо. Иная ситуация складывается при внезапном потеплении. Если теплый воздух проникает в улей сухой, то в более холодной его части он становится более влажным и не образует конденсированную влагу (это бывает лишь при большой разнице температур). В случае же проникновения очень влажного воздуха (при резком потеплении) в холодной части улья появляется конденсированная влага. Одновременно более теплый влажный воздух, выделяемый клубом, увеличивает количество конденсированной влаги. Однако осаждение влаги прекращается, если внутри улья устанавливается температура наружного воздуха. Наоборот, в активный период, когда пчелы занимают леток и регулируют температуру воздуха, попадающего в улей, водяные пары не могут конденсироваться.

Пчелы могут изменять влажность воздуха клуба и за счет плотности поверхностного слоя. При резком понижении температур наружного воздуха объем клуба уменьшается и пчелы, находящиеся на поверхности клуба, сжимаются в более плотную оболочку. В этом случае поверхность теплоотдачи уменьшается, а влажность воздуха в клубе приближается к оптимальному



ВСЕРОССИЙСКОЕ
ЧЕМПИОНАТНОЕ
ДВИЖЕНИЕ
ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ
МАСТЕРСТВУ

значению 40%. Около сотов с расплодом наиболее пригодная относительная влажность воздуха составляет 35—50%. Летом пчелы могут регулировать уровень влажности в улье, усиленно вентилируя его, или тем, что интенсивно приносят воду из окружающей среды и сливают ее в ячейки сотов. В результате усиленной вентиляционной деятельности пчел влажность воздуха летом в различных местах улья различается незначительно.

При дыхании пчелы выделяют избытки воды, чем одновременно повышают влажность среды, в которой они живут. Если среда недостаточно влажная, вода, выделенная организмом пчел, в ней рассеивается. Однако если среда уже насыщена водяными парами, выделяемая организмом пчелы влага осаждается в виде маленьких капель. Высокий процент влажности воздуха в улье, и особенно ее осаждение в виде воды на деревянных стенках, оказывают неблагоприятное влияние на тепловой режим в пчелиных семьях. Отсыревшие стенки улья теряют теплоизоляционную способность. Это происходит потому, что щели в отсыревших стенках улья наполняются водой, теплопроводность которой в 25 раз выше теплопроводности воздуха, в то время как в щелях сухих стенок деревянных ульев воздух остается как бы закупоренным.



РАЗДЕЛ 2. ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ ПЧЕЛИНОЙ СЕМЬИ

Многочисленные исследования ученых показывают, что у пчел есть как минимум 12-15 различных частот, которые они излучают движением своих крыльев и торакса в различных жизненных ситуациях:

- Вентиляция улья
- Повышенный уровень CO₂ в улье зимой
- Положительное отношение к матке
- Болезнь, отсутствие матки
- Удовлетворительное состояние во время зимовки
- Варроатоз
- Пение матки
- Плохое состояние во время зимовки
- Возбуждение перед роением и само роение
- Отрицательное отношение к матке
- Возбуждение
- Скучный/средний/обильный взятки

Диапазон «средних» частот (200-400 Гц) характеризует активность пчел внутри улья и их активную работу. Например, в звуковом фоне роя после заселения в новый улей диапазон частот 300-325 Гц является наиболее интенсивным, так как первые дни посвящены внутриульевым работам и строительству сот.

Диапазон верхних частот (400-550 Гц) ученые считают показателем возбуждения пчел и областью сигналов, имеющих мобилизационное значение. Ученые исследователи отмечают, что возрастание частот этого диапазона



замечено перед выходом роя, в периоды облетов, под влиянием стимуляции, резко изменяющей функциональное состояние пчел. Звуки в диапазоне частот возбуждения имеют наибольшую интенсивность в начале дня и с течением дня стихают.

Внутри этих трех условно выделенных диапазонов, по результатам различных исследований, также есть частоты, дающие более конкретную картину о том, что в данный момент происходит с пчелами. Так, во время танца пчелы издают звуки частотой около 200-300 Гц. Сигналы фуражиров звучат на частоте около 265 Гц. Отсутствие корма сдвигает пик интенсивности частоты в сторону 200-240 Гц.

По звукам, издаваемым безматочной семьей после введения в улей новой матки, можно сразу же определить отношение к ней пчел. Если пчелы положительно относятся к матке, то они издают звуки с интенсивными составляющими в диапазоне 165-200 Гц, если же у семьи отрицательно отношение к матке, то максимум спектра сдвигается в область 330-440 Гц.

При зимовке звуки в частотном диапазоне 240-250 Гц характеризуют беспокойство пчел в связи с зараженностью варроатозом. Чем сильнее поражена семья, тем дальше сдвигается пик интенсивности в область высоких частот. Неудовлетворительное состояние семьи по причине поражения клещом или какой-либо другой болезни характеризуется пиком спектра в диапазоне 260-320 Гц, а удовлетворительное состояние при зимовке – в районе 210-250 Гц.

О соответствии микроклимата пчелиного гнезда физиологическим потребностям семьи свидетельствует интенсивность спектральных составляющих в диапазоне 70-180 Гц. Наибольшей интенсивности достигает этот диапазон в летний период при высокой температуре. Усилению звуков с ростом температуры сопутствует повышение их частоты. При относительно

низкой температуре максимум энергии этих звуков приходится на частоты 75-85 Гц. В тех случаях, когда температура в улье достигает 40-42 °С, спектр интенсивных составляющих в звуках пчел, аэрирующих гнездо, смещается на область 150-180 Гц. Повышение частоты звуков свидетельствует об увеличении взмахов крыльев пчел, занимающихся аэрацией, что способствует интенсификации процесса охлаждения внутригнездового пространства.



РАЗДЕЛ 3. ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ В ПЧЕЛИНОМ УЛЬЕ

Температурное поле пчелиной семьи не является однородным, изотермы показывают наличие сравнительно небольшой области с температурой 30°C и даже несколько выше. По направлению к поверхности температура постепенно падает примерно до 100 С, за пределами клуба она всегда близка к температуре наружного воздуха.

Термоконтроль пчелиной семьи служит одним из косвенных методов, применяющихся как при изучении жизнедеятельности семьи пчел, так и при решении многих вопросов практического пчеловодства. Первые шаги в изучении температурного режима семьи пчел относятся ко времени изобретения Р. А. Реомюром спиртового термометра. При этом уровне точности измерительной техники исследования не могли сколько-нибудь существенно приблизить исследователей к пониманию процессов теплообразования и терморегулирования в теле пчелы и гнезде семьи. Малая точность термоконтроля в прошлом привела к появлению некоторых неправильных представлений о температурном режиме пчелиной семьи. Прогресс в области термометрии, использование термопар и термосопротивлений позволило проводить исследования по термометрии в пчеловодстве на более высоком уровне. В частности, применение миниатюрных термопар дало возможность измерять температуру различных частей тела пчелы. Миниатюрность электротермодатчиков и возможность дистанционного термоконтроля позволили вести наблюдения за изменениями температуры различных частей гнезда пчел в разные периоды года.

Наряду с топографией температурного поля большой интерес представляет механизм, посредством которого пчелиные семьи обеспечивают гомеостаз своего гнезда. Клуб представляет собой агрегацию в виде шара,



покрытого снаружи плотным слоем пчел, образующих скорлупу. Такая скорлупа, как они полагали, предотвращает потерю тепла, выработанного в центральной части, где пчелы находятся в активном состоянии. Эта гипотеза была принята пчеловодной общественностью, вошла в учебники и имеет всеобщее распространение.

В соответствии с гипотезой, основным механизмом регулирования температурного режима зимнего клуба считается его расширение-сжатие. При уплотнении уменьшается пористость клуба, что минимизирует конвективные потоки в нем, а сокращение внешней поверхности уменьшает рассеивание тепла в окружающую среду.

Зимой пчелы образуют зимнюю агрегацию (клуб) и переходят в пассивное состояние с замедлением всех своих биологических процессов: обмен веществ уменьшается почти в 100 раз по сравнению с летним периодом. Внутри улья происходит следующее: изменения влажности, движения воздуха с различными скоростями, поглощение влаги конструктивными элементами улья, выделение и потери тепла зимнего клуба, возможно перемещение зимней агрегации в объеме улья. Пчелы при дыхании поглощают из внутреннего воздуха кислород и выделяют углекислый газ и воду. Установлено, что за одни зимние сутки средней пчелиной семье требуется около 10 м³ воздуха. Однако усиленная вентиляция улья приводит и к значительным потерям тепла.

Широкий ареал распространения медоносных пчел связан с тем, что в процессе эволюции общественного образа жизни они приспособились общими усилиями регулировать микроклимат своего гнезда. Благодаря этому пчелиная семья может жить в условиях, где диапазон годовых колебаний температуры достигает почти 100%. Пчелиная семья выдерживает внешние температуры до +40-45°C и выживает в тех случаях, когда температура в период зимовки опускается до низких значений. Механизм терморегуляции



используется пчелиной семьей для поддержания оптимальных температурных условий своей жизнедеятельности. Этот механизм представляет цепь сложных поведенческих актов, выполняемых рабочими особями семьи. При этом они пользуются различными средствами в зависимости от того, надо повышать или понижать температуру относительно требуемой оптимальной температуры.

При комфортной внешней температуре пчелы могут очень долгое время находиться в состоянии покоя, снижая в своем организме обмен веществ до минимального значения. При внешней температуре ниже 7-13°C (в зависимости от состояния семьи) пчелы в улье начинают собираться в плотное компактное образование – клуб.

Температура в пчелином гнезде поддерживается с довольно высокой стабильностью, особенно в зоне расплода. Здесь ее верхняя граница при относительно высокой внешней температуре крайне редко поднимается выше 36°C. В течение весенне-летнего периода развития семьи наиболее высокая и стабильная температура бывает в центральной зоне гнезда, где расположен разновозрастный расплод. Здесь слабо или вовсе не прослеживается влияние суточных колебаний внешней температуры, среднее значение температуры в этой зоне гнезда находится на уровне 35°C.

Пчелы могут переносить лишь кратковременное воздействие высокой температуры. Длительное тепловое воздействие вызывает необратимые изменения в организме пчел.

Кратковременное воздействие отрицательных температур пчелы переносят благодаря тому, что гемолимфа, заменяющая им кровь, и другие жидкие фракции тела обладают способностью находиться некоторое время, не замерзая, в переохлажденном состоянии.



РАЗДЕЛ 4. ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ МАССЫ ПЧЕЛИНОГО УЛЬЯ. МОНИТОРИНГ И АНАЛИЗ

Начиная с начала года (т.е. с января), вес заселённых ульев постепенно медленно снижается из-за потребления пчёлами накопленных запасов и данных им подкормок. Некоторое наращивание расплода в самом начале года не может сказаться на изменение веса ульев положительно, поскольку его выращивание осуществляется исключительно за счёт внутренних резервов гнезда. Однако необходимо учитывать нанос на ульи снега, что может сказываться на завышенных показаниях весов.

Положительное изменение веса заселённых ульев возможно только весной, когда пчёлы приступают к усиленному выращиванию расплода и начинают интенсивно носить в улей пыльцу с ранних растений, какое-то количество свежего нектара и воду. Заносимый фураж будет помимо затрат на выращивание расплода расходоваться ещё и на отстройку сот.

В этот период отрицательная весовая составляющая на естественный подмор пчёл и вынос мусора пчёлами из гнезда не пересилит положительную динамику изменения веса заселенного улья. Чуть позже (во второй половине мая – начале июня) возможен резкий скачок в снижении веса ульев в связи с выходом роя.

В последующий период динамика будет носить пилообразный характер с постепенным увеличением веса заселенного улья. Пилообразность обусловлена дневным приносом нектара с выпариванием из него излишней воды в вечернее и ночное время суток.

К концу лета возможно скачкообразное снижение веса заселенного улья из-за прекращения заноса большого количества нектара в виду отсутствия

цветущих растений и из-за массового изгнания трутней из гнезда и естественной смерти летних пчёл-тружениц.

Естественно, на этот период падает и изъятие у пчёл товарного мёда, приводящее к существенному снижению веса заселенного улья. Эта причина определяет главное уменьшение веса заселённого улья – самое резкое колебание в динамике изменения веса.

В последующие месяцы вплоть до января наблюдается постепенное медленное снижение веса заселенного улья в связи с потреблением ими запасенного мёда. Скорость спада веса улья в этот период будет зависеть от силы семьи и условий зимовки пчёл в улье, существенно зависящих от характеристик самого улья.



ВСЕРОССИЙСКОЕ
ЧЕМПИОНАТНОЕ
ДВИЖЕНИЕ
ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ
МАСТЕРСТВУ

ИСТОЧНИКИ

1. Добышев А.С., Петровец В.Р., Гайдуков В.А. Теплофизические явления в улье медоносной пчелы // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. №3.
2. Егорагин В. Г. Анализ акустического поведения пчел / В. Г. Егорагин // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 2(26). – С. 43-52. – EDN LIEMQX.
3. Еськов Е.К. Звуки пчел и их сигнальное значение: автореферат дис. кан. биол. наук. – М.: 1969. – 19 с.
4. Лебедев В. И. Тепловой режим и энергетика пчелиных семей / Лебедев В.И., Касьянов А.И. // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2009. – № 2. – С. 9-16. – EDN RNMMAF.
5. О чем жужжат пчелы. Официальный сайт компании «Апипульс». [Электронный ресурс] URL: <https://apipulse.ru/>.
6. Оськин С. В. Моделирование температурно-влажностного режима в пчелином улье / Оськин С.В., Лоза А.А., Федак С.М. // АПК России. – 2023. – Т. 30, № 2. – С. 223-229. – DOI 10.55934/10.55934/2587-8824-2023-30-2-223-229. – EDN QCYMPL.
7. Петровец В.Р. , Исследования измерения температуры в двухблочном улье с технологической перегородкой / В. Р. Петровец, И. С. Серяков, В. А. Гайдуков, А. Н. Шершнева // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 4. – С. 126-131. – EDN YLRPCH.