

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ФИЗИОЛОГИЯ *APIS MELLIFERA MELLIFERA L.* И *APIS MELLIFERA CAUCASICA GORB.* В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ УРАЛА

В работе представлены данные по внутривидовым различиям в механизмах формирования защитных реакций антиоксидантного и фенолоксидазного ферментативных комплексов у подвидов медоносной пчелы в климатических условиях Урала. Выявлена различная степень активирования данных комплексов в зависимости от локализации в организме насекомых, обеспечивающих разницу в стратегиях адаптации к температурному стрессу.

Ключевые слова: адаптация, температурный стресс, медоносная пчела, ферментативные комплексы.

Темная лесная пчела была широко распространена в зонах широколиственных и смешанных лесов Западной, Северной, Центральной и Восточной Европы. В последние три столетия ареал пчелы существенно изменился. В западной части ареала ныне почти не осталось диких пчел, а окультуренные в результате стихийной гибридизации вытеснены южными подвидами. В европейской части России и на Урале процесс бесконтрольной гибридизации также привел к значительному загрязнению темной лесной пчелы южными подвидами, главным образом серой горной кавказской.

К зацветанию липы (главного уральского медоноса) пчелы всю энергию направляют на медосбор. Важнейшей особенностью среднерусского подвида медоносной пчелы является ее исключительная активность во время этого короткого, но крайне важного в жизни пчелиной семьи периода. При теплой безветренной, без сильного дождя погоде одна пчелиная семья за сутки может принести в гнездо 9-12 кг нектара. Это достигается за счет повышенной емкости медового зобика (до 74 мг). В августе, готовясь к зимовке, пчелы усиленно выращивают расплод, в гнездах идет накопление молодых пчел. В сентябре пчелы становятся малоактивными, а в октябре, с установлением заморозков, образуют клубок, сначала только в ночное время, а затем и днем. Столетиями формирующийся адаптивный потенциал этого подвида позволил приспособиться к суровым климатическим условиям региона.

Серьезный ущерб генофонду темной лесной пчелы наносит массовый завоз и разведе-

ние пчел южных подвида. Подвиды медоносной пчелы, *Apis mellifera mellifera L.* и *Apis mellifera caucasica Gorb.*, сформировались в различных природных условиях, и потому они обладают различной способностью адаптироваться к неблагоприятным факторам среды. Изучение функционирования защитных ферментных систем у данных подвида пчел позволило бы полнее оценить их вклад в формирование адаптивных механизмов насекомых. У темной лесной и серой горной кавказской пчелы нами были изучены изменения активностей ферментов фенолоксидазного (ФО) и антиоксидантного (АО) комплексов при действии экстремальной температуры. Развитие стресс-реакции при воздействии высоких температур предполагает участие жизненно необходимых защитных механизмов, включающих окислительно-восстановительные процессы, протекающих при участии вышеназванных ферментных систем.

Целью данной работы было выявление последовательности индукции компонентов антиоксидантной и фенолоксидазной систем у разных подвида *A. mellifera* при тепловом стрессе. Выявленные различия позволят более обоснованно охарактеризовать стратегии адаптации данных подвида к климатическим условиям Башкортостана.

При действии экстремальной температуры у темной лесной пчелы преимущественное повышение активности тирозиназы наблюдалось на 10-й минуте температурной экспозиции; ферменты антиоксидантного комплекса, напротив, не демонстрировали достоверного повышения активности. У серой горной кавказской пчелы через 5 минут от начала экспозиции начиналось

Таблица 1. Динамика активности ферментов фенолоксидазного и антиоксидантного комплексов у взрослых особей медоносной пчелы при тепловом стрессе (цветом выделены результаты, отличающиеся для подвидов с достоверностью $P_{i0,95} = 0,99$)

Подвид	Время экспозиции, мин	Дифенолоксидаза	Тирозиназа	Каталаза	Пероксидаза
Темная лесная пчела	0	0,0029 ± 0,0002	0,0008±0,00007	12,81±1,2	0,013±0,0011
	5	0,0046±0,0003	0,00031±0,00002	11,51±1,14	0,005±0,0004
	10	0,005±0,0004	0,00079±0,00007	10,85±1,07	0,001±0,0001
	15	0,0036±0,0002	0,00052±0,00004	13,46±1,28	0,001±0,0005
	20	0,0059±0,0005	0,00083±0,00007	11,86±1,1	0,001±0,0008
	30	0,0076±0,0007	0,00059±0,00005	13,09±1,29	0,006±0,0005
	40	0,0068±0,0006	0,00098±0,00009	12,98±1,24	0,013±0,001
Серая горная кавказская пчела	0	0,0039±0,0003	0,00025±0,00002	4,64±0,45	0,002±0,0002
	5	0,0004±0,0004	0,00015±0,00001	10,08±1,01	0,001±0,0001
	10	0,0036±0,0003	0,00053±0,00004	11,54±1,14	0,001±0,0006
	15	0,0044±0,0004	0,00015±0,00001	10,63±1,04	0,011±0,001
	20	0,0039±0,0003	0,00008±0,00007	12,04±1,21	0,011±0,0008
	30	0,0058±0,0005	0,00067±0,00006	11,45±1,13	0,001±0,0001
	40	0,0049±0,0004	0,00057±0,00005	11,93±1,17	0,001±0,0009

постепенное повышение активности каталазы, сохраняющееся на протяжении всей экспозиции. Через 10 минут регистрируется повышение активности тирозиназы, а через 15 минут – увеличение активности пероксидазы более чем в 4 раза (таблица 1).

При сравнении ферментативной активности у данных подвидов отмечался достоверно более высокий уровень активности дифенолоксидазы преимущественно у темной лесной пчелы в мозге и покровах, а у серой горной кавказской пчелы – в толстой кишке. У последних тирозиназа наиболее активна в гемолимфе и жировом теле. Уровень тирозиназной активности у серой горной кавказской пчелы выше и индукция ее гораздо сильнее во всех отмеченных случаях, что может быть обусловлено более высокой интенсивностью всех метаболических процессов у данного подвида пчел. Пероксидазная активность у темной лесной пчелы локализуется преимущественно в тканях мозга, мышц груди и жирового тела, тогда как у серой горной кавказской пчелы – в тканях средней и толстой кишки. Активность каталазы относительно других органов и тканей гораздо выше у темной лесной пчелы в мозге и гемолимфе, а у серой горной пчелы она локализована преимущественно в тканях жирового тела и кишечника, как в органах, обеспечивающих максимально высокий

уровень метаболизма, где в условиях гипертермии интенсивно окисляются жиры и белки [1]. При этом создаются условия для максимальной активации именно антиоксидантной защиты, в частности, системы каталаза – пероксидаза, не менее важной для насекомых, чем система метаболизма восстановленного глутатиона [2, 3].

Полученные результаты позволяют полагать, что у темной лесной пчелы, как у подвида, адаптированного к региональным условиям Башкортостана, защитная реакция на тепловой стресс протекает по пути, известному для насекомых [4]. На начальном этапе она опосредуется фенолоксидазной системой, деградирующей излишек биогенных аминов, тогда как у серой горной пчелы на начальном этапе для ликвидации последствий оксидативного взрыва привлекается сильно индуцированная антиоксидантная система, и только на следующем этапе защитная реакция развивается по классическому пути. Мы полагаем, что это демонстрирует незавершенность адаптации этой группы к условиям региона. Для того, чтобы сохранить уникальный генофонд темной лесной пчелы с его высокой степенью адаптированности к региональным условиям Урала в пчеловодческих хозяйствах и на частных пасеках необходимо поощрять разведение пчел данного подвида, поскольку использование других подвидов пчел неизбежно приводит к стихийной гибридизации.