



БИОМИКА/BIOMICS

<http://biomics.ru>



ЭКСПРЕССИЯ ГЕНА ВИТЕЛЛОГЕНИНА И РЕГУЛЯЦИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЖИЗНИ РАБОЧИХ ОСОБЕЙ ТЕМНОЙ ЛЕСНОЙ ПЧЕЛЫ

Каримова А.А., Салтыкова Е.С., Гайфуллина Л.Р., Матниязов Р.Т., Поскряков А.В., Николенко А.Г.

Институт биохимии и генетики Уфимского научного центра РАН, г Уфа, Россия
E-Mail: saltykova-e@yandex.ru

АННОТАЦИЯ

В последние десятилетия мировое сообщество пчеловодов отмечает резкое увеличение смертности пчел в развитых странах мира и в России. Если в XX веке смертность пчелиных семей составила 5-10% за сезон, то в XXI уровень смертности достигает 20-30%. Согласно последнему исследованию специалистов из Министерства сельского хозяйства США, с апреля 2014 года по апрель 2015 года пчеловоды потеряли 42.1% своих пчелиных семей. Вот уже десять лет, как ученые исследуют причины сокращения численности пчел в Европе. Особенно беспокоит ученых тот факт, что процессы вымирания пчелиных семей становятся все более масштабными, а гибель семей в мире составляет от 30-50%. В России сложилась ситуация, где нет централизованного подхода по мониторингу гибели пчел за сезон, по некоторым данным уровень гибели составляет от 15- 30 %.

Ключевые слова: темная лесная пчела, вителлогенин, полиморфизм, матка, жизнеспособность.

Озадачены причинами возросшей смертности как пчеловоды, так и ученые. Последние ведут работу над выявлением причин и их решением. Сотрудники нашей лаборатории Биохимии и адаптивности насекомых Уфимского научного центра провели ряд исследований в рамках международного проекта COLOSS, результаты которого показали, что генетическое разнообразие медоносной пчелы, ее паразитов и патогенов определяют существенные различия в восприимчивости хозяина и вирулентности сопутствующих ему организмов в зависимости от региона. Все это в совокупности с климатическими особенностями и хозяйственной спецификой объясняет вполне ожидаемые различия в симптомах и причинах гибели пчелиных семей в разных регионах мира и требует своего самостоятельного решения. К тому же сложные для пчеловодства климатические условия России требуют особого подхода к этой проблеме. В связи с этим большой интерес представляют потенциальные возможности структурной и функциональной геномики, возникшие после полной расшифровки генома медоносной пчелы [HoneyBee Genome Sequencing Consortium; 2006] но пока в полной мере не

реализованные. Наши предварительные эксперименты и анализ состояния проблемы, а также последние публикации зарубежных коллег показали перспективность изучения структуры и функционирования гена вителлогенина для этой цели. Ранее было показано, что вителлогенин связан с плодовитостью пчелиной матки и влияет на устойчивость к окислительному стрессу, координирует социальное поведение рабочих особей, в т.ч. регулирует переход рабочих пчел от ухода за расплодом к фуражированию. Научная проблема заключается в понимании механизмов, регулирующих продолжительность жизни рабочих особей медоносной пчелы. Эти процессы во многом определяют жизнеспособность и характер жизнедеятельности пчелиной семьи.

Целью исследования является поиск взаимосвязи между полиморфизмом и особенностями экспрессии гена вителлогенина у наиболее адаптированного к условиям северной, экстремальной части видового ареала, подвида темная лесная пчела (*Apis mellifera mellifera* L., среднерусская порода), с одной стороны, и регуляцией продолжительности жизни рабочих особей этого подвида, с другой. Предполагается

анализ участия гена вителлогенина в механизмах адаптации пчел к длительной зимовке, устойчивости к ряду заболеваний, а также оценка перспективности гена в качестве селекционного маркера.

Ген вителлогенина, кодирующий основной белок-предшественник яичного желтка, обнаружен у большинства яйцекладущих животных. У насекомых вителлогенин синтезируется в жировом теле, секретируется в гемолимфу и изолируется ооцитами, обеспечивая питание будущего эмбриона. Из-за своей ассоциации с плодовитостью и воспроизводством изучение гена вителлогенина имеет особое значение для понимания эволюции разделения труда у социальных насекомых [Toth & Robinson; 2007]. У медоносной пчелы вителлогенин был обнаружен почти 40 лет назад, тогда же была показана его роль в репродуктивной функции пчелиной матки, что было вполне ожидаемым, т.к. именно матка несет ответственность за откладку яиц. Однако этот же белок был обнаружен в значительных количествах в рабочих пчелах, которые обычно бесплодны. Тогда этот факт отнесли к издержкам эволюции. Позже Г. Амдам с коллегами [Amdam et al.; 2004] показали плейотропные функции вителлогенина, было обнаружено несколько различных фенотипических проявлений его действия у пчелиной матки и рабочих пчел. Было показано, что вителлогенин связан с плодовитостью медоносной пчелы: его концентрация выше у репродуктивных маток в сравнении с рабочими пчелами, титр циркулирующего в гемолимфе белка коррелирует со скоростью яйцекладки [Barchuk et al.; 2007].

Помимо этого, он влияет на устойчивость к окислительному стрессу и продолжительность жизни пчелиной матки. В ее организме вителлогенин содержится в больших количествах на протяжении всей жизни. Потенциально матка может жить до 3-5 лет, поддерживая постоянный высокий уровень вителлогенина в гемолимфе, даже в периоды, когда она не откладывает яйца. Вителлогенин может координировать социальное поведение рабочих пчел [Whitfield et al.; 2002]. Хотя некоторые виды имеют несколько копий гена вителлогенина, которые могли бы обеспечить кастоспецифичные функции, медоносная пчела имеет только один тип белка вителлогенина [Sumner et al.; 2006]. Таким образом, этот ген является социально плейотропным через его влияние на несколько жизненных характеристик пчелиной семьи, которые частично распределены между маткой и рабочими пчелами. Вителлогенин затрагивает несколько важных характеристик рабочих пчел, либо непосредственно или посредством репрессии ювенильного гормона. Пчелы-няньки выделяют его в пищу для расплода,

это увеличивает сопротивление стрессу, уровень иммунитета и выживаемость как пчелиной матки, так и рабочих пчел. Этот белок регулирует переход рабочих пчел от ухода за расплодом к фуражированию [Whitfield et al.; 2003]. Молодые имаго, работающие в гнезде и ухаживающие за личинками, имеют высокий уровень вителлогенина, и используют его для производства личиночной пищи. Когда через 2-3 недели содержание вителлогенина в гемолимфе пчелы снижается, рабочие пчелы переходят к фуражированию. Высокий уровень вителлогенина у гнездовых рабочих пчел функционально связан с большей устойчивостью к окислительному стрессу и усилением иммунитета. Таким образом, вителлогенин может вносить свой вклад в жизнеспособность колоний через влияние на плодовитость и продолжительность жизни матки, через кормление расплода, а также разделение труда у рабочих пчел.

По нашим предварительным данным эксперимента и анализа состояния, а также последним публикациям зарубежных коллег показали перспективность изучения структуры и функционирования гена вителлогенина, как одного из наиболее перспективных подходов к решению проблемы регуляции продолжительности жизни рабочих пчел, а следовательно, и контроля жизнеспособности пчелиных семей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Amdam, G. V., Norberg, K., Fondrk, M. K. & Page, R. E. 2004 Reproductive ground plan may mediate colony-level selection effects on individual foraging behavior in honey bees. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 101, 11 350.
2. Barchuk, A. R., Cristino, A. S., Kucharski, R., Costa, L. F., Simoes, Z. L. P. & Maleszka, R. 2007 Molecular determinants of caste differentiation in the highly eusocial honeybee *Apis mellifera*. *BMC Dev. Biol.* 7, 70.
3. HoneyBee Genome Sequencing Consortium 2006 Insights into social insects from the genome of the honey bee *Apis mellifera*. *Nature* 443, P. 931-948.
4. Sumner, S., Pereboom, J. J. M. & Jordan, W. C. 2006 Differential gene expression and phenotypic plasticity in behavioural castes of the primitively eusocial wasp, *Polistes canadensis*. *Proc. R. Soc. B* 273, 19-26.
5. Toth, A. L. & Robinson, G. E. 2007 Evo-devo and the evolution of social behavior. *Trends Genet.* V.23, P.334-341.
6. Whitfield, C. W., Band, M. R., Bonaldo, M. F., Kumar, C. G., Liu, L., Pardini, J. R.,

Robertson, H. M., Soares, M. B. & Robinson, G. E. 2002 Annotated expressed sequence tags and cDNA microarrays for studies of brain and behaviour in the honey bee. *Genome Res.* 12, 555-566.

7. Whitfield, C. W., Cziko, A. M. & Robinson, G. E. 2003 Gene expression profiles in the brain predict behavior in individual honey bees. *Science* 302, 296-299.

VITELLOGENIN GENE EXPRESSION AND REGULATING LIFESPAN OF WORKING INDIVIDUALS DARK FOREST BEE

Karimova A.A., Saltykova E.S., Gaifullina L.R., Matniyazov R.T., Poskryakov A.V., Nikolenko A.G.

Institute of biochemistry and genetics of Ufa scientific center of Russia academy of sciences Ufa, Russia
E-Mail: saltykova-e@yandex.ru

ABSTRACT

In recent decades, the international community beekeepers have seen a sharp increase in mortality of bees in the developed world and in Russia. If in the XX century the mortality of colonies was 10.5% for the season, then in the XXI mortality reaches 20-30%. According to a recent survey by experts from the US Department of Agriculture, from April 2014 to April 2015, beekeepers lost 42.1% of their bee colonies. For the past ten years, as scientists investigate the causes of reducing the number of bees in Europe. Scientists particularly concerned about the fact that the processes of extinction bee colonies are becoming more ambitious, and the death of the families in the world is between 30-50%. And if the negative economic consequences of the death of bee colonies in many countries managed to neutralize the biological problems of a lifetime working individuals honeybee remain unsolved. In Russia, we have a situation where there is no centralized approach to monitoring the death of bees during the season, according to some estimates the mortality rate is between 15 to 30%.

Keywords: dark forest bee, vitellogenin, polymorphism, queen, viability.