



БИОМИКА/BIOMICS

<http://biomics.ru>



АНАЛИЗ ГЕНОФОНДА БУРЗЯНСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ ТЕМНОЙ ЛЕСНОЙ ПЧЕЛЫ *A. m. MELLIFERA* L.

Р.А. Ильясов, А.В. Поскряков, А.Г. Николенко

Институт биохимии и генетики Уфимского научного центра Российской академии наук,
450054, г. Уфа, Пр. Октября, 71. E-mail: apismell@hotmail.com

АННОТАЦИЯ

Проведен мониторинг генофонда популяции темной лесной пчелы Бурзянского района Республики Башкортостан в период с 2004 по 2015 гг. на основе изучения полиморфизма 9 микросателлитных локусов яДНК. Выполнена оценка уровня интрогрессии «южных» генов по годам и по отдельным выборкам для разных годов исследований. Показана высокая стабильность и чистота генофонда популяции темной лесной пчелы Бурзянского района со средним уровнем интрогрессии «южных» генов 2,7%. Представлена высокая эффективность сохранения чистоты генофонда *A. m. mellifera* на территории природоохранных организаций - заповедников, национальных парков и заказников.

Ключевые слова: бурзянская популяция темной лесной пчелы, *Apis mellifera mellifera*, микросателлитные локусы, мониторинг, генетический полиморфизм, сохранение аборигенного генофонда, интрогрессия «южных» генов.

ВВЕДЕНИЕ

Медоносная пчела *Apis mellifera* в ходе эволюции дифференцировалась на 30 аллопатрических подвидов, из которых 12 распространены в Африке, 7 - на Ближнем Востоке, 11 - в Европе. Самой известной в Европе является темная лесная пчела подвида *A. m. mellifera*, которая встречается во Франции, Великобритании, Ирландии, Дании, Швейцарии, Швеции, Норвегии, Польше [Ильясов и др., 2015а]. Археологическими данными показано, что темная лесная пчела в 1200 г. н. э. обитала на юге Норвегии [Dews, Milner, 1991]. Ареал этого подвида охватывает всю Северную и Западную Европу и простирается от Пиренеев и Альп до Урала [Ильясов и др., 2015б].

Чистопородные популяции темной лесной пчелы *A. m. mellifera* сохранились между Испанией и Норвегией [Jensen et al., 2005], в Швейцарии [Soland-Reckeweg et al., 2009], в Дании на острове Лесо и материковой части [Kryger et al., 2013]. Во Франции в Гаскони и в заповеднике Севенны сохранился экотип пчел подвида *A. m. mellifera*, уникально адаптированный к позднему и обильному цветению обыкновенного вереска *Calluna vulgaris* [Rortais et al., 2004; Strange et al., 2007; Strange et al., 2008].

В России имеются значительные массивы чистопородных популяций темной лесной пчелы *A. m. mellifera* [Ильясов, Поскряков, 2006; Каскинова и др., 2015]. Чистопородный генофонд темной лесной пчелы

A. m. mellifera в России сохранился преимущественно на Урале - в Пермском крае [Шураков и др., 1994; Петухов и др., 1996; Коробов, 1995; Симанков, 1999; Безматерных, 2002; Удина и др., 2008], в Республике Башкортостан [Николенко, Поскряков, 2002; Иванцов и др., 2014; Ильясов и др., 2015а], а также в Поволжье в Республике Татарстан [Сафиуллин, 2005; Сафиуллин, 2013а; 2013б], в Республике Удмуртия [Ильясов и др., 2007; Колбина и др., 2011] и в Кировской области [Брандорф и др., 2012; Ильясов и др., 2015б].

Основным эволюционным преимуществом темной лесной пчелы *A. m. mellifera* является ее идеальная приспособленность к экстремально холодному климату Северной Европы [De la Rúa et al., 2009]. Эта пчела экономно расходует медовые запасы; когда поток нектара на исходе сокращает вывод расплода и летает на большие расстояния за нектаром. Биология и образ жизни темной лесной пчелы *A. m. mellifera* полностью ориентированы на обитание в холодных климатических условиях: даже в холодную, пасмурную и сырую погоду она способна летать за нектаром, а спаривание матки может происходить при низких температурах. Генофонд темной лесной пчелы *A. m. mellifera* представляет собой уникальный набор адаптивных признаков, способствующих высокому уровню выживаемости и высокой продуктивности в экстремальных условиях континентального климата Евразии [Randi, 2008].

Несмотря на то, что размер семьи и клуба

меньше, чем у «ожных» подвидов пчел, *A. m. mellifera* превосходно зимует при низких температурах в течение 6 месяцев. Такая зимостойкость достигается благодаря высокой плотности клуба, крупного размера тела особей и большей покрытости тела волосками. Способность к длительной зимовке темной лесной пчелы обеспечивается и высокой активностью фермента каталазы в кишечнике, что позволяет удерживать каловые массы длительное время. Таким образом, в отличие от «ожных» подвидов, *A. m. mellifera* может перенести длительную зимовку без очистительных облетов [Cooper, 1986].

Хотя темная лесная пчела менее плодovита по сравнению с «ожными» подвидами, ее рабочие особи живут дольше. В период цветения основного медоноса - липы сердцевидной темные лесные пчелы летают без отдыха и за неделю обеспечивают себя годовым запасом меда. Мед темной лесной пчелы в сотах хранится дольше, чем у «ожных» подвидов, поскольку первые между медом и крышечкой сота оставляют воздушную прослойку [Dietemann et al., 2009].

Ройливость темной лесной пчелы зависит от среды обитания: в южных районах она показывает большую ройливость, чем в северных. В Великобритании темная лесная пчела характеризуется низким уровнем ройливости [Cooper, 1986]. Многие считают, что темная лесная пчела отличается агрессивным поведением. Однако чистопородные линии темной лесной пчелы Великобритании, Норвегии и Швеции не агрессивны и легко управляемы. Как выяснилось, агрессивность и склонность к преследованию у данной пчелы является следствием гибридизации с другими подвидами [Meixner et al., 2010].

В странах Евросоюза на региональном уровне приняты законодательства о сохранении местных пчел. Так, генофонд темной лесной пчелы *A. m. mellifera* охраняется законом в следующих странах: в Дании [остров Лэсо], в Шотландии [острова Колонсай и Оронсай], в Голландии [остров Тексел], во Франции [остров Уэссан], в Швейцарии [регион Гларус]. Сохранение генофонда темной лесной пчелы естественными факторами среды без законодательного регулирования происходит в следующих странах Европы: в Великобритании [острова Мэн, Гернси и Джерси] и во Франции [остров Корсика] [Ильясов и др., 2015a] (рис. 1).

В Европейских странах местное пчеловодство также поддерживается международными ассоциациями - Международной ассоциацией по сохранению темной лесной пчелы *Societas Internationalis pro Conservatione A. m. mellifera* (SICAMM) (основана в 1995 г.), Европейской ассоциацией профессиональных пчеловодов *The European Professional Beekeepers Association* (EPBA) (1997), Международной ассоциацией исследователей пчел *The International Bee Research Association* (IBRA) (1949) [Ильясов и др., 2016].

Кроме того, в каждой европейской стране существуют общества пчеловодов, поддерживающих пчеловодство своей страны. В Дании в 1993 году при поддержке правительства и Европейского Союза обществом пчеловодов *Danmarks Biavlerforening* (BIAVL) (1866 г.) и с участием Общества пчеловодов острова Лэсо *The Læsø Beekeepers' Association* (LBA) (1989 г.) на острове Læsø был организован резерват по сохранению и восстановлению *A. m. mellifera* [Jensen, Pedersen, 2005].

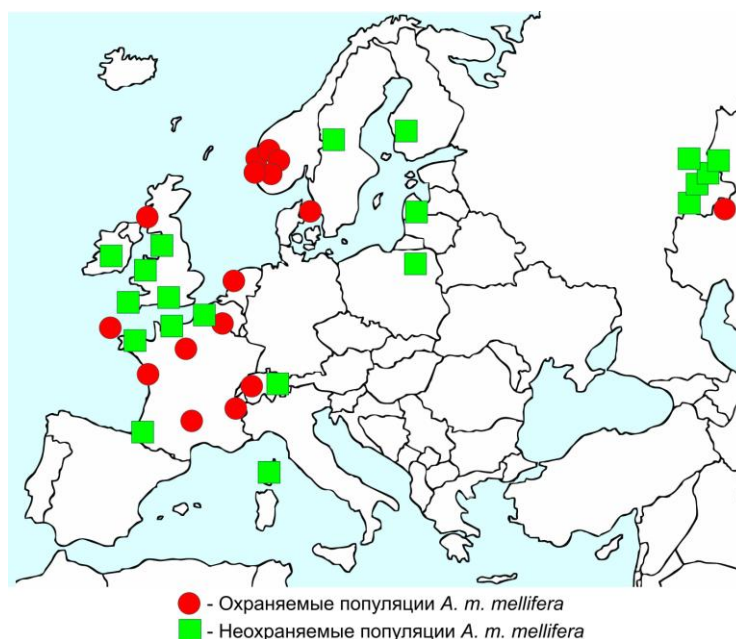


Рисунок 1. Охраняемые и неохраняемые популяции темной лесной пчелы *A. m. mellifera* в странах Европы.

В Шотландии в 1912 году при поддержке правительства образовалась ассоциация по сохранению темной лесной пчелы The Scottish Beekeepers Association (SBO) с резерватами аборигенной популяции на островах Colonsay и Oronsay [Ильясов и др., 2016].

В Великобритании работают следующие крупные ассоциации по сохранению местных пчел: Ассоциация по улучшению и селекции пчел Bee Improvement, Bee Breeders' Association (BIBBA) (основана в 1964 г.); Ассоциация пчеловодов Британии The British Beekeepers Association (BBKA) (1874 г.). В Ирландии работают следующие крупные ассоциации: Ассоциация пчеловодов Ольстера Ulster beekeepers association (UBKA) (1942 г.); Федерация ассоциаций ирландских пчеловодов Federation of Irish Beekeepers' Associations (FIBKA) (1881 г.); Общество аборигенной ирландской пчелы The Native Irish Honey Bee Society (NIHBS) (2012 г.) [Ильясов и др., 2016].

В Голландии охрана темной лесной пчелы обеспечивается Ассоциацией пчеловодов Голландии The Holland Area Beekeepers Association (НАВА) (основана в 1902 г.), в Норвегии - Ассоциацией пчеловодов Норвегии The Norwegian Beekeepers Association, Norges Birøkerlag (NBA) (1884), в Финляндии - Ассоциацией пчеловодов Финляндии The Finnish Beekeepers' Association (FBA) (1916 г.), в Швейцарии - Швейцарской ассоциацией и друзей пчел Der Verein Schweizerischer Mellifera Bienenfreunde (VSMB) (1993 г.), на Канарских островах Ла Пальма - Ассоциацией пчеловодов Ла Пальма La Palma Beekeepers' Association при поддержке правительства (1996 г.) [Ильясов и др., 2016].

Во Франции в Гаскони и в заповеднике Севенны при поддержке Союза пчеловодов Франции The Union of French Beekeepers (UNAF), основанного в 1946 году, сохранился экотип темной лесной пчелы *A. m. mellifera*, уникально адаптированный к позднему и обильному цветению обыкновенного вереска *Calluna vulgaris* [Ameline et al., 2013].

В России на Урале в Бурзянском районе Республики Башкортостан сохранился бурзянский бортовой экотип темной лесной пчелы, адаптированный к обильному цветению липы сердцевидной *Tilia cordata* [Ильясов и др., 2015б]. Популяция бурзянской бортовой пчелы является самой известной и сохраняется в условиях бортового пчеловодства, дикого обитания и пасек с рамочными ульями в горно-лесной зоне Южного Урала. Дикие и бортовые пчелы представляют большой интерес для пчеловодов и ученых всего мира, так как по ним можно сделать реконструкцию эволюции пчел и изучить механизмы адаптационного генеза в природных условиях [Ильясов и др., 2015а].

Бурзянская популяция бортовых пчел

находится под охраной комплексного биосферного резервата ЮНЕСКО «Башкирский Урал», созданного в 2012 г. при участии Государственного природного биосферного заповедника «Шульган-Таш» (основан в 1958 г.), Национального парка «Башкирия» (основан в 1986 г.), Природного парка «Мурадымовское ущелье» и Региональных природных заказников «Алтын Солок» (основан в 1997 г.) и «Икский» [Ильясов и др., 2015б].

В статье представлен генетический анализ выборки темной лесной пчелы Бурзянской популяции, исследованных с 2004 по 2015 годы сотрудниками лаборатории биохимии адаптивности насекомых Института биохимии и генетики Уфимского научного центра РАН.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В работе был изучен полиморфизм 9 микросателлитных локусов AP243, 4A110, A24, A8, A43, A113, A88, AP049, A28 яДНК рабочих особей пчел из 371 семьи из 20 географических точек на территории Бурзянского района Республики Башкортостан, отобранные в течение 12 лет - с 2004 по 2015 годы (табл. 1).

Рабочих особей пчел фиксировали в 96% этаноле и хранили при температуре -20°C до выделения ДНК. Выделение ДНК из мышц торакса рабочих особей пчел проводили набором ДНК-ЭКСТРАН-2 по протоколу СИНТОЛ (Москва) (www.syntol.ru). Качество и количество выделенной тотальной ДНК (около 500 нг) анализировали на спектрофотометре NanoDrop 1000 (Thermo, США). Полимеразная цепная реакция выполнялась в термоциклере BIO-RAD T100 (США) в 15 мкл общего объема смеси по протоколу СИЛЕКС (Москва) (www.sileks.com/ru) с 10 нг тотальной ДНК при оптимальной температуре отжига для каждого набора праймеров.

Продукты амплификации микросателлитных локусов разделяли по размерам в 8% ПААГ при силе тока 40мА, окрашивали бромистым этидием и визуализировали в гель-документирующей системе DocPrint Vilber Lourmat (Франция). Фрагментарный анализ и определение нуклеотидной последовательности продуктов ПЦР выполняли на автоматическом секвенаторе Applied Biosystem Genetic Sequencer (США) по протоколу СИНТОЛ (Москва).

Уровень интрогрессии генов южных подвигов пчел эволюционной ветви С (*A. m. caucasica* и *A. m. carpatica*) в выборках темной лесной пчелы были рассчитаны на основе полиморфизма 9 микросателлитных локусов с использованием программы STRUCTURE 2.3.4. Статистический анализ полученных результатов полиморфизма ДНК проводился с использованием программ STATISTICA 8.0, MICROSOFT EXCEL 2010.

Таблица 1

Объем выборки и уровень интрогрессии «южных» генов в популяции темной лесной пчелы *A. m. mellifera* Бурзянского района Республики Башкортостан, рассчитанный на основе полиморфизма 9 микросателлитных локусов яДНК

№	Географическая локализация	Выборка, N	Год исследования	Ветвь М	Ветвь С
1	д. Акбулатово	12	2015	0,995	0,005
2	д. Атиково	49	2008	0,967	0,033
3	д. Байгазино	9	2009	0,967	0,033
4	д. Байназарово	9	2009	0,964	0,036
5	пасека «Байсалян»	6	2015	0,998	0,002
6	борт в лесу	6	2008	0,979	0,021
		6	2015	1,000	0,000
7	д. Верхний Нугуш	4	2008	0,984	0,017
8	д. Гадельгареево	4	2015	0,995	0,005
9	д. Иргизлы	18	2008	0,979	0,021
		50	2013	0,951	0,049
		4	2015	0,995	0,005
10	пасека «Капова Пещера»	25	2004	0,926	0,074
		6	2015	0,992	0,008
11	д. Киекбаево	23	2009	0,946	0,054
		4	2015	0,995	0,005
12	д. Кургашлы	8	2009	0,948	0,052
13	пасека «Куш-Елга-Баш»	6	2015	0,997	0,003
14	д. Магадеево	4	2009	0,955	0,045
15	д. Миндигулово	20	2009	0,974	0,026
16	д. Новомусятово	16	2008	0,969	0,031
17	д. Новоусманово	8	2009	0,970	0,030
18	д. Старомусятово	22	2008	0,955	0,045
19	с. Старосубхангулово	48	2008	0,978	0,022
20	д. Яумбаево	4	2009	0,956	0,044
Итого за 2004-2015 годы		371		0,973	0,027

РЕЗУЛЬТАТЫ

На основе изучения полиморфизма 9 микросателлитных локусов яДНК рассчитаны уровни интрогрессии «южных» генов в выборках темной лесной пчелы бурзянской популяции по годам (табл. 1).

С целью оценки изменений уровня интрогрессии «южных» генов в выборках темной лесной пчелы Бурзянского района по годам исследований были получены усредненные значения по всем выборкам для каждого года исследования (табл. 2).

Таблица 2

Значения уровня интрогрессии «южных» генов в выборках темной лесной пчелы Бурзянского района по годам исследований на основе анализа полиморфизма 9 микросателлитных локусов яДНК

Год исследования	Выборка, N	Пасеки	Ветвь М	Ветвь С
2004	25	1	0,926	0,074
2008	163	7	0,973	0,027
2009	85	8	0,960	0,040
2013	50	1	0,951	0,049
2015	48	8	0,996	0,004
Итого за 2004-2015 годы		371	0,973	0,027

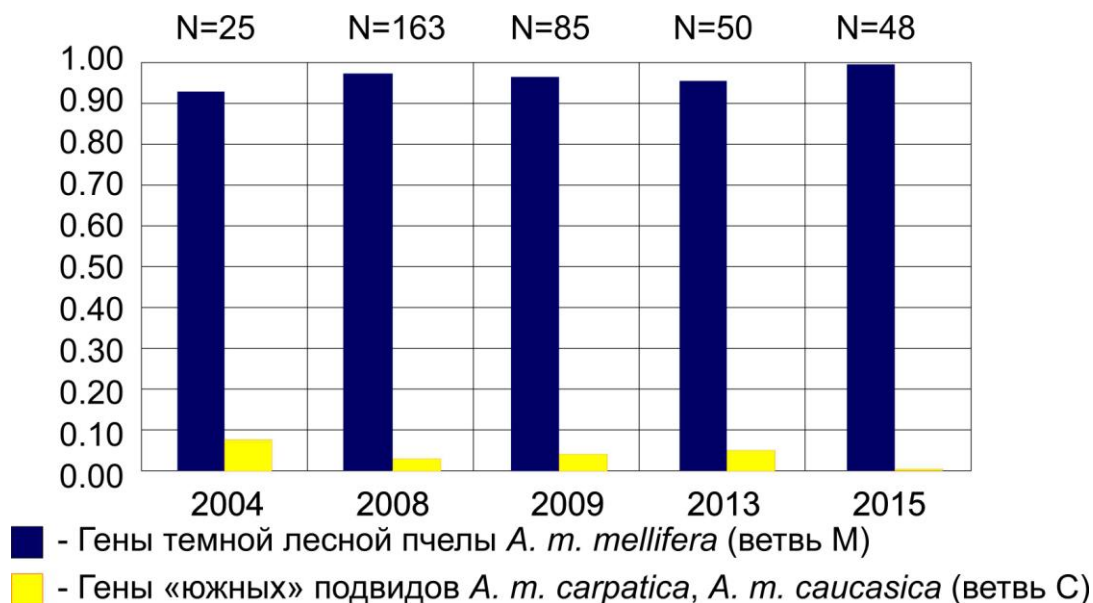


Рисунок 2. Уровень интрогрессии «южных» генов в выборках темной лесной пчелы Бурзянского района по годам исследований на основе изучения полиморфизма 9 микросателлитных локусов яДНК.

Для наглядности полученные значения интрогрессии по годам исследований были визуализированы в виде гистограммы, отображающей доли генов подвидов пчел эволюционных ветвей М и С (рис. 2).

На гистограмме уровень интрогрессии «южных» генов в популяции темной лесной пчелы бурзянского района разнонаправленно меняется по годам исследований, но нигде не превышает 8%. Мониторинг с 2004 по 2015 годы показывает высокую стабильность и чистоту генофонда бурзянской популяции темной лесной пчелы.

Максимальный уровень интрогрессии (от 4,9% до 7,4%) наблюдался в 2004 году (N=25 семей, M=0,926, C=0,074) и в 2013 году (N=50 семей, M=0,951, C=0,049), а минимальный (0,4%) - в 2015 году (N=48 семей, M=0,996, C=0,004).

Вариабельность значений уровня интрогрессии, возможно, связана с различиями в объемах и расположениях выборки в разные годы исследований. Резкое снижение интрогрессии «южных» генов в выборке 2015 года связано с тем, что все точки сбора находились в пределах охраняемой территории заповедника «Шульган-Таш», заказника «Алтын Солок» и национального парка «Башкирия». Эти результаты показывают, что на охраняемых природных территориях сохранение

чистоты аборигенного генофонда темной лесной пчелы происходит эффективнее по сравнению с обычными неохраемыми территориями Бурзянского района.

Результаты мониторинга популяции темной лесной пчелы Бурзянского района с 2004 по 2015 годы на основе анализа полиморфизма 9 микросателлитных локусов яДНК показывают высокую стабильность и чистоту генофонда, где уровень интрогрессии «южных» генов не превышал 8%. Показана высокая эффективность сохранения чистоты генофонда *A. m. mellifera* на охраняемых территориях заповедника, национального парка и заказника.

ОБСУЖДЕНИЕ

Детализированный мониторинг уровня интрогрессии «южных» генов для каждой отдельно взятой выборки разных годов исследований был проведен на основе изучения полиморфизма 9 микросателлитных локусов яДНК (табл. 1).

Для наглядности полученные значения интрогрессии «южных» генов были визуализированы в виде секторных диаграмм, которые были локализованы на карте бурзянского района в соответствии с их географическим положением (рис. 3).

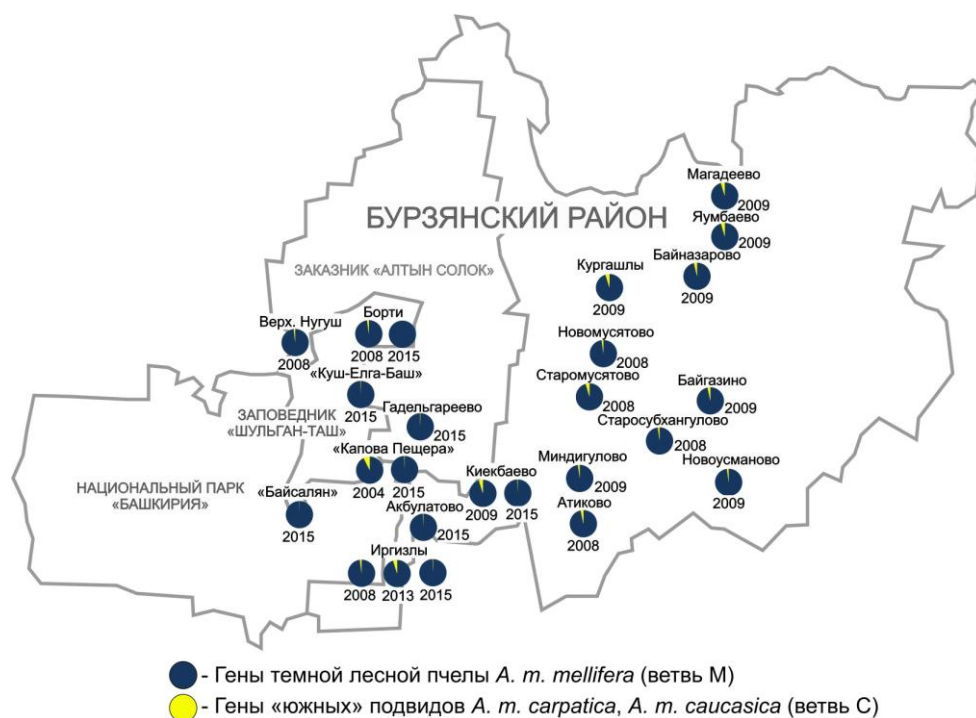


Рисунок 3. Интрогрессия «южных» генов в выборках темной лесной пчелы *A. m. mellifera* Бурзянского района Республики Башкортостан на основе полиморфизма 9 микросателлитных локусов яДНК.

На карте обозначены границы охраняемых территорий Бурзянского района Государственного природного биосферного заповедника «Шульган-Таш», Национального парка «Башкирия», Регионального природного заказника «Алтын Солок». Рядом с каждой секторной диаграммой обозначен год проведения исследований. По рисунку можно отметить, что в выборках на охраняемых природных территориях - заповедника, национального парка и заказника доля генов «южных» подвидов эволюционной ветви С ниже по сравнению с остальной неохраняемой территорией Бурзянского района Республики Башкортостан.

В выборках пчел Бурзянского района 2004 - 2015 годов не наблюдалось резкого изменения уровня интрогрессии «южных» генов. Такая стабильность характеризует генетическую изоляцию бурзянской популяции темной лесной пчелы от окружающих ее гибридных с «южными» подвидами популяций.

Наибольший уровень интрогрессии «южных» генов (от 4,5% до 7,4%) отмечался в выборках д. Старомусьятово 2008 года ($N=22$, $M=0,955$, $C=0,045$), д. Магадеево 2009 года ($N=4$, $M=0,955$, $C=0,045$), д. Иргизлы 2013 года ($N=50$, $M=0,951$, $C=0,049$), д. Кургашлы 2009 года ($N=8$, $M=0,948$, $C=0,052$), д. Киекбаево 2009 года ($N=23$, $M=0,951$, $C=0,049$), пасеки «Капова Пещера» 2004 года ($N=25$, $M=0,926$,

$C=0,074$).

Нименьший уровень интрогрессии «южных» генов (от 0,0% до 2,2%) отмечался в выборках бортей 2008 года ($N=6$, $M=0,979$, $C=0,021$), бортей 2015 года ($N=6$, $M=1,00$, $C=0,000$), пасеки «Байсалян» 2015 года ($N=6$, $M=0,998$, $C=0,002$), пасеки «Куш-Елга-Баш» 2015 года ($N=6$, $M=0,997$, $C=0,003$), д. Акбулатово 2015 года ($N=12$, $M=0,995$, $C=0,005$), д. Гадельгареево 2015 года ($N=4$, $M=0,995$, $C=0,005$), Иргизлы 2008 года ($N=18$, $M=0,979$, $C=0,021$), д. Иргизлы 2015 года ($N=4$, $M=0,995$, $C=0,005$), д. Киекбаево 2015 года ($N=4$, $M=0,995$, $C=0,005$), пасеки «Капова Пещера» 2015 года ($N=4$, $M=0,995$, $C=0,005$), д. Верх. Нугуш 2008 года ($N=4$, $M=0,984$, $C=0,017$), с. Старосубхангулово 2008 года ($N=48$, $M=0,978$, $C=0,022$).

Таким образом, анализ выборок темной лесной пчелы Бурзянского района Республики Башкортостан 2004 - 2015 годов на основе полиморфизма 9 микросателлитных локусов яДНК показывает практическое отсутствие интрогрессии генов «южных» подвидов - средняя интрогрессия «южных» генов 2,7%. Наблюдаемая высокая стабильность и чистота генофонда популяции темной лесной пчелы Бурзянского района не означает, что популяция сохранит такую же стабильность и в последующие годы, поскольку изоляция обеспечивается не только природными и

биологическими факторами, но и слаженными совместными усилиями пчеловодов, представителей администраций района и населенных пунктов, сотрудников природоохранных организаций - заповедников, национальных парков и заказников. Поскольку бурзянская популяция темной лесной пчелы находится в окружении гибридных с «южными» подвидами популяций, то угроза нарушения генетической изоляции и возникновения миграций и потока генов будет всегда присутствовать. Считаем целесообразным проведение ежегодного мониторинга генофонда темной лесной пчелы бурзянской популяции с использованием микросателлитных локусов яДНК, поскольку он поможет своевременно обнаружить и остановить поток «южных» генов в данную популяцию.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ 13-04-01802 и 14-04-97084 р_поволжье_а на оборудовании ЦКП «Биомика» отделения биохимических методов исследований и нанобиотехнологии РЦКП «Агидель».

ЛИТЕРАТУРА

1. Безматерных А. С. Пермские пчелы // Пчеловодство. 2002. № 6. С. 11.
2. Брандорф А. З., Ивойлова М. М., Ильясов Р. А., Поскряков А. В., Николенко А. Г. Популяционно-генетическая дифференциация медоносных пчел Кировской области // Пчеловодство. 2012. № 7. С. 14-16.
3. Иванцов Е. М., Шакирова Г. Н., Мухаметова Н. Ф., Саттаров В. Н. Мониторинг морфометрических признаков *Apis mellifera* южной лесостепной субпопуляции среднерусского подвида на территории Республики Башкортостан // Фундаментальные исследования. 2014. Т. 11. № 9. С. 1944-1948.
4. Ильясов Р. А., Поскряков А. В. Филогенетика подвидов *Apis mellifera* // Пчеловодство. 2006. № 7. С. 18-19.
5. Ильясов Р. А., Поскряков А. В., Колбина Л. М., Николенко А. Г. Сохранение *Apis mellifera mellifera* L. в Удмуртской республике // Пчеловодство. № 6. 2007. С. 13-14.
6. Ильясов Р. А., Косарев М. Н., Юмагузин Ф. Г. Бурзянская бортевая пчела и бортевое пчеловодство на Южном Урале // Пчеловодство. № 7. 2015а. С. 12-15.
7. Ильясов Р. А., Поскряков А. В., Петухов А. В., Николенко А. Г. Генетическая дифференциация локальных популяций темной лесной пчелы *Apis mellifera mellifera* L. на Урале // Генетика. Т. 51. № 7. 2015б. С. 792-798.
8. Ильясов Р. А., Поскряков А. В., Петухов А. В., Николенко А. Г. Современные резерваты темной лесной пчелы на Урале и в Поволжье // Пчеловодство. № 5. 2016. С. 20-22.
9. Каскинова М. Д., Ильясов Р. А., Поскряков А. В., Николенко А. Г. Анализ генетической структуры популяций медоносной пчелы (*Apis mellifera* L.) // Генетика. Т. 51. № 10. 2015. С. 1199-1202.
10. Колбина Л. М., Непейвода С. Н., Воробьева С. Л., Санникова Н. А., Масленников И. В., Ильясов Р. А., Николенко А. Г. Генетическая дифференциация популяций медоносных пчел *Apis mellifera* L. в Удмуртской Республике // Аграрная наука Евро-северо-востока. Т. 6. № 25. 2011. С. 46-50.
11. Коробов Н. В. В Пермской области дела идут хорошо // Пчеловодство. № 4. 1995. С. 7.
12. Николенко А. Г., Поскряков А. В. Полиморфизм локуса COI-COI митохондриальной ДНК *Apis mellifera* L. на Южном Урале // Генетика. Т. 38. № 4. 2002. С. 458-462.
13. Петухов А. В., Шураков А. И., Еськов Е. К. Морфологическая характеристика среднерусских пчел верхнекамской популяции // Пчеловодство. № 5. 1996. С. 8-10.
14. Сафиуллин Р. Р. Перспективы развития пчеловодства Татарстана // Пчеловодство. № 5. 2005. С. 6-7.
15. Сафиуллин Р. Р. Племенные ресурсы среднерусских пчел Республики Татарстан // Пчеловодство. № 3. 2013а. С. 8-9.
16. Сафиуллин Р. Р. Система селекционно-генетических методов выведения и использования среднерусской породы пчел типа «Татарский» // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. Т. 1. № 21. 2013б. С. 104-107.
17. Симанков М. К. Экологическая валентность и морфофизиологическая характеристика пчелы (*Apis mellifera mellifera*) Пермского Приуралья // Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Воронеж. 1999. 210 с.
18. Удина И. Г., Горячева И. И., Авдеев Н. В., Петухов А. В. Молекулярно-генетическая и морфометрическая характеристика популяций пчел Красновишерского района и Коми-Пермяцкого округа Пермского края // Материалы международной конференции «Пчеловодство - XXI века. Темная пчела (*Apis mellifera mellifera* L.) в России». Москва. 2008. С. 108-110.
19. Шураков А. И., Петухов А. В., Коробов Н. В., Симанков М. К. Охраняемые природные территории. Проблемы выявления, исследования, организация систем // Международная научная конференция. Пермь. 1994. Т. 2. С. 91.

20. Ameline L. P., Bertrand S., Edmond D., Floriane L. Preserving local bee population and beekeeping heritage in a french national park // XXXXIII International Apicultural Congress. Kyiv. 2013. P. 125.
21. Cooper B. A. The Honeybees of the British Isles. Derby, UK: British Isles Bee Breeder's Association, 1986. 152 p.
22. De la Rúa P., Jaffé R., Dall'Olio R., Munoz I., Serrano J. Biodiversity, conservation and current threats to European honeybees // *Apidologie*. V. 40. No. 3. 2009. P. 263-284.
23. Dews J. E., Milner E. Breeding better bees using simple modern methods. Derby, UK: British Isle Bee Breeder's Association, 1991. 173 p.
24. Dietemann V., Pirk C. W.W., Crewe R. Is there a need for conservation of Honeybees in Africa? // *Apidologie*. V. 40. 2009. P. 285-295.
25. Jensen A. B., Palmer K. A., Boomsma J. J., Pedersen B. V. Varying degrees of *Apis mellifera ligustica* introgression in protected populations of the black honeybee, *Apis mellifera mellifera*, in northwest Europe // *Molecular Ecology*. V. 14. 2005. P. 93-106.
26. Jensen A. B., Pedersen B. V. Honeybee Conservation: a case story from Læsø island, Denmark // Beekeeping and conserving biodiversity of honeybee. Sustainable bee breeding. UK: Hebden Bridge, 2005. P. 142-164.
27. Kryger P., Francis R. M., Amiri E., Meixner M. Genetic diversity and honey bee vitality // XXXXIII International Apicultural Congress. Kyiv. 2013. P. 110.
28. Meixner M. D., Costa C., Kryger P., Hatjina F., Bouga M., Ivanova E., Büchler R. Conserving diversity and vitality for honey bee breeding // *Journal of Apicultural Research*. V. 49. No. 1. 2010. P. 85-92.
29. Randi E. Detecting hybridization between wild species and their domesticated relatives // *Molecular Ecology*. V. 17. 2008. P. 285-293.
30. Rortais A., Strange J., Dechamp N., Arnold G., Sheppard W. S., Garnery L. Genetic structure and functioning of a honeybee population in South-West of France // First European Conference of Apidology. Udine. 2004. P. 37-38.
31. Soland-Reckeweg G., Heckel G., Neumann P., Fluri P., Excoffier L. Gene flow in admixed populations and implications for the conservation of the Western honeybee, *Apis mellifera* // *Journal of Insect Conservation*. V. 13. 2009. P. 317-328.
32. Strange J. P., Garnery L., Sheppard W. S. Persistence of the Landes ecotype of *Apis mellifera mellifera* in southwest France: confirmation of a locally adaptive annual brood cycle trait // *Apidologie*. V. 38. 2007. P. 259-267.
33. Strange J. P., Garnery L., Sheppard W. S. Morphological and molecular characterization of the Landes honey bee (*Apis mellifera* L.) ecotype for genetic conservation // *Journal of Insect Conservation*. V. 12. 2008. P. 527-537.

ANALYSIS OF THE GENE POOL OF THE BURZYAN POPULATION OF DARK FOREST BEE *A. M. MELLIFERA*

R.A. Ilyasov, A.V. Poskryakov, A.G. Nikolenko

Institute of Biochemistry and Genetics of the Ufa Science Center of the Russian Academy of Sciences. 450054, Ufa, Prospekt Oktyabrya, 71. E-mail: apismell@hotmail.com

ABSTRACT

Monitoring of the gene pool of the dark forest bee population of the Burzyansky district of the Republic of Bashkortostan was performed from 2004 to 2015 based on the study of a polymorphism of 9 microsatellite loci of the nuclear DNA. The level of «southern» genes introgression for samples by years and for every samples researches in different years was evaluated. The high stability and purity of the gene pool of a dark forest bees population of the Burzyansky district with average level of introgression of «southern» genes 2.7% was shown. The high efficiency of the conservation of the gene pool purity of the *A. m. mellifera* on the territory of a preserving nature organizations - reserves, national parks and sanctuaries.

Keywords: Burzyan population of the dark forest bee, *Apis mellifera mellifera*, microsatellite loci, monitoring, genetic polymorphism, remaining of the native gene pool, introgression of a «southern» genes.