

**РОЛЬ БИОРАЗНООБРАЗИЯ
ПЧЕЛИНЫХ
В ПОДДЕРЖАНИИ ГОМЕОСТАЗА**



ББК 46.91
УДК 638.12:581.524
Р 68

Роль биоразнообразия пчелиных в поддержании гомеостаза экосистем: монография / под общ. ред. В.А. Сысуева, А.З. Брандорф. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2017. 308 с.

ISBN 978-5-7352-0149-6

Рецензенты:

С.А. Ермолина -- зам. декана по науке, доцент кафедры экологии и зоологии ФГБОУ ВО Вятская ГСХА, кандидат ветеринарных наук;

Т.В. Агалакова -- ученый секретарь секции зоотехнии и ветеринарной медицины ФГБНУ Северо-Восточного регионального аграрного научного центра, кандидат биологических наук.

В коллективной монографии представлены результаты теоретических и экспериментальных работ сотрудников вузов и научно-исследовательских учреждений из России и зарубежья (Украина, Литва, Норвегия, Италия), занимающихся решением задач по сохранению биоразнообразия пчелиных и их роли в экосистеме.

Предназначена для преподавателей, студентов, научных сотрудников, пчеловодов в качестве учебно-методического пособия, научно-практического руководства и справочника в области пчеловодства.

ISBN 978-5-7352-0149-6

ББК 46.91
УДК 638.12:581.524

© Коллектив авторов, 2017
© ФГБНУ НИИСХ Северо-Востока, 2017
© ФГБНУ Удмуртский НИИСХ, 2017
© ФГБНУ СВРАНЦ, 2017

UDC 638.12:581.524

The value of biodiversity of bees in maintaining homeostasis of ecosystems: a monograph / Ed. V.A. Sysuev, A.Z. Brandorf, Kirov: Agricultural Research Institute of the North-East, 2017. 308 p.

ISBN 978-5-7352-0149-6

Reviewers:

S.A. Ermolina – Deputy Dean of Science Faculty of Biology, Vyatskaya State Academy of Agriculture (Kirov), assistant professor, Ph. D.,

T.V. Agalakova – Scientific Secretary of the section of Animal Breeding and vet. Medicine, North Eastern Regional Agricultural Research Center, Ph. D.

The monograph presents the results of theoretical and experimental work of scientists from universities and research institutions in Russia and from abroad (Ukraine, Lithuania, Norway, Italy), which solve the problem of Conservation biodiversity of bees and their role in the ecosystem.

This monograph recommended for teachers, students, researchers, beekeepers as scientific and practical manual, guide and reference book in the field of beekeeping.

ISBN 978-5-7352-0149-6

- © Collective of authors, 2017
- © N.V.Rudnitski Zonal North-East Agricultural Research Institute, 2017
- © Udmurt Agricultural Research Institute, 2017
- © SVRANTS, 2017

СОХРАНЕНИЕ ГЕНОФОНДА ТЕМНОЙ ЛЕСНОЙ ПЧЕЛЫ БУРЗЯНСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ *A. M. MELLIFERA*

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

Институт биохимии и генетики Уфимского научного центра Российской академии наук, г. Уфа, Россия

E-mail: apismell@hotmail.com

Аннотация. Проведен мониторинг генофонда популяции темной лесной пчелы Бурзянского района Республики Башкортостан на основе изучения полиморфизма 9 микросателлитных локусов яДНК. Выполнена оценка уровня интрогрессии «южных» генов по годам и отдельным выборкам в разные годы 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, микросателлитные локусы, генетический полиморфизм, интрогрессия южных генов.

Естественный ареал темной лесной пчелы *A. m. mellifera* охватывает всю Северную и Западную Европу и простирается от Пиренеев и Альп до Урала (Ильясов и др., 2015). Современная популяция темной лесной пчелы подвержена интенсивной интрогрессии генов со стороны южных подвидов, в результате чего генофонд этого подвида утерян в большинстве популяций. Чистопородные популяция 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 заповеднике Севенны сохранился экотип пчел подвида *A. m. mellifera*, уникально адаптированный к позднему и обильному цветению обыкновенного вереска *Calluna vulgaris* (Strange et al., 2008).

В России на Урале в Бурзянском районе Республики Башкортостан сохранился бурзянский бортовой экотип темной лесной пчелы, адаптированный к обильному цветению липы сердцевидной *Tilia cordata*. 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 адаптации генов в природных условиях (Ильясов и др., 2016).

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., 2015).

В статье представлен генетический анализ выборок 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, отобранны в течение 12 лет – с 2004 по 2015 годы: д. Акбулатово (2015) – 12 семей; д. Атиково (2008) – 49 семей; д. Байгазино (2009) – 9 семей; д. Байназарово (2009) – 9 семей; пасека «Байсаян» (2015) – 6 семей; борти в лесу (2008) – 6 семей; борти в лесу (2015) – 6 семей; д. Верх. Нугуш (2008) – 4 семьи; д. Гадельгареево (2015) – 4 семьи; д. Иргизлы (2008) – 18 семей; д. Иргизлы (2013) – 50 семей; д. Иргизлы (2015) – 4 семьи; пасека «Капова Пещера» (2004) – 25 семей; пасека «Капова Пещера» (2015) – 6 семей; д. Кiekбаево (2009) – 23 семьи; д. Кiekбаево (2015) – 4 семьи; д. Кургашлы (2009) – 8 семей; пасека «Куш-Елга-Баш» (2015) – 6 семей; д. Магадеево (2009) – 4 семьи; д. Миндигулово (2009) – 20 семей; д. Новомусятово (2008) – 16 семей; д. Новоусманово (2009) – 8 семей; д. Старомусятово (2008) – 22 семьи; с. Старосубхангулово (2008) – 48 семей; д. Яумбаево (2009) – 4 семьи.

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). Продукты амплификации микросателлитных локусов разделяли по размерам в 8%. Статистический анализ полученных результатов полиморфизма ДНК проводили с использованием программ STATISTICA 8,0, MICROSOFT EXCEL 2010, STRUCTURE 2.3.4.

Результаты и обсуждение. На основе изучения полиморфизма 9 микросателлитных локусов яДНК рассчитаны уровни интрогрессии «южных» генов в выборках темной лесной пчелы бурзянской популяции по годам. Так, популяция пчел Бурзянского района в 2004 году (выборка N = 25 семей) имела генетическую чистоту 92,6% (M = 0,926; C = 0,074); в 2008 году (N = 163 семьи) – 97,3% (M = 0,973; C = 0,027); в 2009 году (N = 85 семей) –

96,0% ($M = 0,960$; $C = 0,040$); в 2013 году ($N = 50$ семей) – 95,1% ($M = 0,951$; $C = 0,049$); в 2015 году ($N = 48$ семей) – 99,6% ($M = 0,996$; $C = 0,004$); в 2004–2015 годы, ($N = 371$ семья) – 97,3% ($M = 0,973$; $C = 0,027$).

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.

Уровень интрогрессии «южных» генов в популяции темной лесной пчелы Бурзянского района разнонаправленно менялся по годам исследований, но нигде не превышал 8%. Мониторинг с 2004 по 2015 годы показал 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; $M = 0,996$; $C = 0,004$).

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



Рис. 1. 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 неохраямой территорией Бурзянского района Республики Башкортостан.

В выборках пчел Бурзянского района за 2004-2015 годы 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. Старомусятово 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 ($N = 23$; $M = 0,951$; $C = 0,049$), паски «Капова Пещера» 2004 года ($N = 25$; $M = 0,926$; $C = 0,074$).

Наименьший 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 ($N = 4$; $M = 0,995$; $C = 0,005$), паски «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 за 2004-2015 годы на основе полиморфизма 9 микросателлитных локусов яДНК показывает практическое отсутствие интрогрессии (генетическая чистота – 97,3%) генов «южных» подвидов – средняя интрогрессия «южных» генов – 2,7%.

Литература

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. 2015. Т. 51. № 7. С. 792-798.

Ильясов Р.А., Поскряков А.В., Петухов А.В., Николенко А.Г. Молекулярно-генетический анализ пяти сохранившихся резерватов темной лесной пчелы *Apis mellifera mellifera* Урала и Поволжья // Генетика. 2016. Т. 52. № 6. С. 931-942.

Jensen A.B., Palmer K.A., Chaline N., Raine N.E., Tofilski A., Martin S.J., Pedersen B.V., Boomsma J.J., Ratnieks F.L.W. Quantifying honey bee mating range and isolation in semi-isolated valleys by DNA microsatellite paternity analysis // *Conservation Genetics*. 2005. V. 6. No. 4. P. 527-537.

Kryger P., Francis R.M., Amiri E., Meixner M., al. E. Genetic diversity and honey bee vitality // XXXXIII International Apicultural Congress. Kyiv, Ukraine. 2013. P. 110.

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*. 2009. V. 13. P. 317-328.

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*. 2008. V. 12. No. 5. P. 527-537.

A CONSERVATION OF THE GENE POOL OF THE BURZYAN POPULATION OF DARK FOREST BEE *A. M. MELLIFERA* **R.A. Ilyasov, A.V. Poskryakov, A.G. Nikolenko**

Abstract. Monitoring of the gene pool of the dark forest bee population of the Burzyansky district of the Republic of Bashkortostan 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 of 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, genetic polymorphism, introgression of a southern genes.

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ВНУТРИПОРОДНЫХ ТИПОВ КАРПАТСКОЙ ПОРОДЫ

М.Д. Каскинова, А.В. Поскряков, А.Г. Николенко

Институт биохимии и генетики Уфимского научного центра Российской академии наук, Республика Башкортостан, г. Уфа, Россия

E-mail: kaskinovamilyausha@mail.ru

Аннотация. Приведены данные анализа генетической структуры внутрипородных типов карпатской пчелы по восьми SSR-маркерам. Согласно результатам используемые маркеры не позволяют дифференцировать внутрипородные типы карпатской породы.

Ключевые слова: *Apis mellifera carpatica* (*Apis mellifera carnica* var. *ukrainica carpatica*), внутрипородный тип, SSR маркер.