



# БИОМИКА/BIOMICS

<http://biomics.ru>



## ТЕМНАЯ ЛЕСНАЯ ПЧЕЛА В УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ. ПРОБЛЕМА ИНТРОГРЕССИИ ПЧЕЛ ЮЖНЫХ РАС

Непейвода С.Н.<sup>1</sup>, Колбина Л.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФБГНУ Удмуртский НИИСХ

<sup>2</sup>ФБГНУ Удмуртский НИИСХ

E-Mail: lidakolbina@yandex.ru

### АННОТАЦИЯ

В статье описывается современное состояние популяций медоносных пчел Удмуртской Республики. По результатам исследования 72% пчелиных семей отнесены к гибридам. С помощью метода FOREL удалось разделить пчелиные семьи республики на три типа. В тип  $\alpha$  входят преимущественно семьи гибридного происхождения, в тип  $\beta$  - пчелы южных рас и их гибриды 1-2 поколений, а тип  $\gamma$  - пчелиные семьи сохранившейся популяции темной лесной пчелы.

**Ключевые слова:** пчелы, среднерусская раса пчел, морфометрический метод, генетический метод, FOREL.

### ВВЕДЕНИЕ

В современном мире для сельского хозяйства, в том числе для его пчеловодческой отрасли чрезвычайно важную роль играет рентабельность производства. Поскольку природные расы и искусственные породы медоносных пчел *Apis mellifera* L. сильно различаются по хозяйственно полезным и поведенческим признакам, часто для повышения рентабельности пчеловодства стремятся выбрать наиболее удобную расу или гибрид.

Изучение межрасовых гибридов пчел в первом и последующих поколениях ведется уже больше полувека. Этим занимались такие известные ученые, как F.E. Moeller (1976), M. Voulias (1981), Н.И.Кривцов (2005) и другие. Многие исследователи неоднократно отмечали достаточно сильное положительное влияние гибридизации, особенно ярко проявляющееся в первых двух поколениях [Тряско, 1961; Костарев, Власов, 1968; Верещагин, Петухов; Бородачев, Бородачева, 1982; Чашухин, Брандорф, 1999].

Однако последние двадцать лет все шире распространяется иное мнение: о постепенном вырождении гибридных семей пчел [Чепурной, 1999; Чашухин, Брандорф, 2000; Плахова, 2003; Непейвода, Колбина и др., 2014]. Например, А.З. Брандорф [2000] отмечает, что в результате значительной бесконтрольной гибридизации среднерусских пчел Кировской области существенно понизилась их устойчивость к некоторым болезням (в том числе широко распространенным: нозематозу,

американскому и европейскому гнильцу и др.), а также ухудшилась зимостойкость. Многие исследователи отмечают, что бесконтрольный завоз и гибридизация местных пчел приводит к повышению количества пчел с аномалиями развития, значительно повышает их отход в зимний период, уменьшает резистентность к заболеваниям, способствует распространению многочисленных болезней, приводит к сильному повышению ройливости и, как следствие, затрудняет работу на пасеках. В конечном итоге, неконтролируемая гибридизация местных популяций пчел понижает продуктивность пчелиных семей в 1.5 – 2.0 раза.

В специфических условиях Удмуртской Республики под воздействием естественного отбора сформировалась аборигенная популяция среднерусских пчел *Apis mellifera mellifera* L., характеризующаяся повышенной ройливостью и злобливостью. Это заставило пчеловодов заинтересоваться другими расами пчел, у большинства из которых эти показатели ниже.

Отсутствуют точные данные, когда впервые в Удмуртскую Республику были завезены пчелы южных рас. В одном из старых литературных источников по пчеловодству указывается, что уже в 1913 - 1914 годах пчеловоды завозили и занимались разведением краинской, кавказской, итальянской и других южных рас пчел.

Коллегией Министерства сельского хозяйства и продовольствия в 1994 году одобрен уточненный

вариант районирования пчел в регионах РФ. По этим планам, считается, что для природно-климатических условий Удмуртии хорошо себя зарекомендовала среднерусская раса пчел. Однако бесконтрольный завоз пакетов пчел и маток южных рас продолжается до сих пор. Это привело к появлению среди местных пчел многочисленных гибридов с широкой изменчивостью морфологических и хозяйственно-полезных признаков.

Целью исследования было изучение удмуртских пчел, а также поиск сохранившихся локальных популяций среднерусской расы пчел для возрождения чистопородного пчеловодства.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работа проводилась в 2002-2014 годах. Пчелиные семьи исследовали методом случайной выборки во всех 25 районах Удмуртской Республики. В каждом районе изучали минимум пять пасек, с каждой пасеки отбирали пробы пчел не менее, чем у трех семей. Всего было исследовано 1254 семей с 261 пасек 25 районов Удмуртии.

При определении расовой принадлежности пчелиных семей использовали методику оценки экстерьера, согласно рекомендациям ВНИИ пчеловодства [Методические рекомендации ВНИИ пчеловодства, 1982; Методические указания по контролю чистопородности медоносных пчел, определению пыльцевой продуктивности и содержанию воска в прополисе, 1985; Билаш, 1987], а также проводился генетический анализ выборки [Поздняков и др., 2000].

Работа по генетическому анализу проводилась

совместно с Р.А. Ильясовым, А.В. Поскряковым, А.Г. Николенко из института биохимии и генетики Уфимского научного центра РАН. Основу генетического анализа составил установленный ранее полиморфизм межгенного локуса *COI-COII* у представителей разных подвидов *A.mellifera* [Cornuet et al., 1991]. Ю.М. Никоноров, Г.В. Беньковская, А.В. Поскряков с соавторами [1998] установили, что протяженный АТ-богатый межгенный участок мтДНК, локализованный между генами *COI* и *COII* (рис. 1), не кодирующий аминокислотной последовательности, может быть использован в качестве маркера для различения подвидов *A.m.mellifera* и *A.m.caucasica* благодаря вариабельности длины, обусловленной различным соотношением элементов Р и Q, где межгенный участок у представителей ветви М (*A.m.mellifera*), аборигенных для республики, имеет комбинацию РQQ, тогда как у представителей ветви С (*A.m.caucasica*, *A.m.carnica*, *A.m.ligustica*), гибридизация с которыми наблюдается на территории республики, имеется единственный элемент Q. Таким образом, межгенный локус *COI-COII* мтДНК у представителей эволюционной ветви С и их гибридов по материнской линии на 268 п.н. короче межгенного локуса *COI-COII* мтДНК у представителей ветви М, и эти локусы легко разделяются при электрофорезе. Размер продукта ПЦР межгенного локуса *COI-COII* мтДНК, включающий и ген *tRNKLeu* у представителей *A.m.mellifera*, равен примерно 600 п.н., а у представителей эволюционной ветви С и их гибридов по материнской линии - 350 п.н. Этот маркер был использован нами для поиска популяций *A.m.mellifera*.

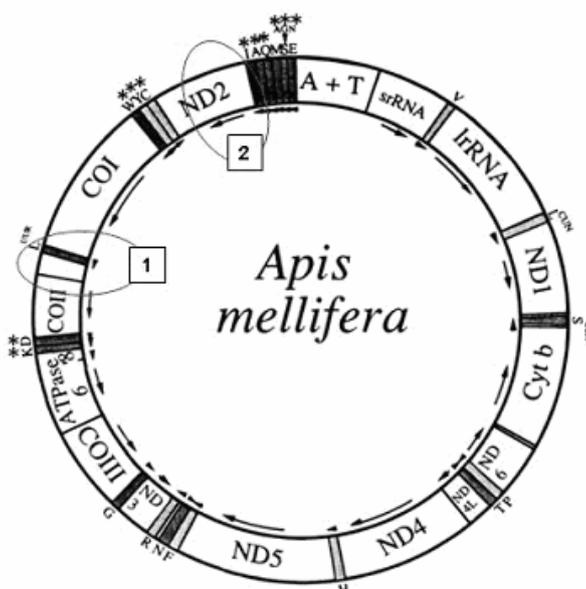


Рис. 1 Кольцевая митохондриальная ДНК *Apis mellifera*.  
1 - межгенный локус *COI-COII* мтДНК. 2 - фрагмент гена *ND2* мтДНК.

ПЦР Нуклеотидная последовательность продукта локуса *COI-COII* мтДНК *A.m.mellifera* размером 600 п.н. [Cornuet et al., 1991] представлена на рис. 2.

```

CACATTTAGAAATTCCATTATTAATTA AAAAATTTAAATTT      40
AAAATCAATTTTAAATTA AAAATTTTAAATATGGCAGAAATAAG      80
TGCATTGAACCTAAGATTCAAAATATAAAAGTATTTTAAAC      120
TTTTATTAAAATTAATAAAATTAATAAAAATATAAAATTAAT      160
ATTTATTAAAATTTAATTTTATTAAAATTTCCACTTAATT      200
CATTTTAAATTTAAAATATAAATTAATTAATCAATTTTAAAT      240
AAAATAAATAATTAATTTTATTTTATATTGAATTTTAAA      280
TCAATCTTAAAGATTTAATCTTTTATTAAAATTAATAA      320
ATTAATATAAAAATAAAAACAAAATATAACAAAATATATT      360
TATTA AAAATTTAATTTATTA AAAATTTCCACTTAATTCAT      400
TTTAATTTAAAATAAAAATTAATAACAATTTTAAATAAAA      440
TAAATAATTAATTTTATTTTATATTGAATTTTAAATTCA      480
ATCTTAAAGATTTAATCTTTTATTAAAATTAATAAATTA      520
ATATAAAAATAAAAACAAAATATAACA AAAATATATTTATTA      560
AAATTTAATTTATTA AAAATTTCCACATGATTCATATTTAT      600
    
```

Рис. 2 Нуклеотидная последовательность амплифицированного локуса *COI-COII* мтДНК *A.m.mellifera*. Выделенные участки соответствуют местам отжига праймеров.

В качестве праймеров для амплификации использовали два олигонуклеотида, описанные в работе Ю.М. Никонорова с соавторами [1998]:  
 1. 5'-CACATTTAGAAATTCCATTA-3'

2. 5'-ATAAATATAAATCATGTGGGA3'  
 Полимеразная цепная реакция проводилась при следующем режиме (табл. 1).

Таблица 1.

Режим цепной реакции полимеризации

Температура, °C	Продолжительность, мин	Циклов
94	3	1
94	1	30
49	2	
72	2	
72	5	1

Электрофоретическое разделение продуктов ПЦР межгенного локуса *COI-COII* мтДНК размером

600 и 350 п.н. проводили в 1.5%-ном агарозном геле (рис. 3).

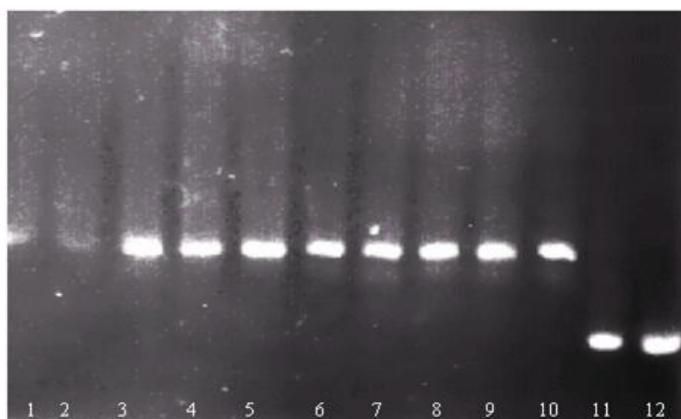


Рис. 3 Электрофорез продуктов ПЦР межгенного локуса *COI-COII* мтДНК. 1-10 - элементы RQQ 11-12 - элемент Q.

ДНК выделяли из мышц торакса фиксированных в 96%-ном этаноле пчел. Выделение проводили смесью гуанидинтиоцианат-фенол-хлороформа [Chomzynski, Sacchi, 1987].

ПЦР проводили в термоциклере "Циклотерм" при оптимальной для каждой пары праймеров температуре отжига. Амплификаты разделяли в полиакриламидном и агарозном гелях с использованием ТВЕ-буферного раствора и окрашивали бромистым этидием.

По методике оценки экстерьера при определении расовой принадлежности пчел [Губин и др., 1969] обращали наибольшее внимание на длину хоботка, ширину третьего тергита и величину кубитального индекса. Кроме того, изучали следующие морфометрические признаки: длина третьего тергита, ширина и длина третьего стернита, восковых зеркалец, передних и задних крыльев, тарзальный индекс, а также количество зацепок на переднем крае задних крыльев.

Для анализа экстерьера отбирали молодых пчел. Живых пчел фиксировали, обваривая их крутым кипятком, чтобы они выбросили хоботки. После фиксации пчел этикетировали, складывали в широкогорлую бутылку и заливали доверху 70% раствором этилового спирта, тщательно закупоривали и хранили до препарирования.

Препарирование проводилось следующим образом:

1. Вычленение из ротового аппарата нижней губы. Пинцетом брали нижнюю губу как можно ниже, чтобы захватить треугольник, раскачивали и выдергивали на указательном пальце левой руки, обмакивали в глицерин-желатин и наклеивали внутренней стороной на предметное стекло, затем наносили каплю глицерин-желатина, для того, чтобы не происходили гнилостные процессы и накрывали покровным стеклом.

2. Вычленение передних и задних крыльев. Крыло брали пинцетом как можно ниже к основанию, чтобы остался основной склерит. Крыло расправляли и приклеивали к предметному стеклу, наносили каплю глицерин-желатина и накрывали покровным стеклом.

3. Вычленение лапки задних ножек. Брали за бедро задней ножки и отделяли круговыми движениями, затем обмакивали в глицерин-желатин, приклеивали к предметному стеклу и накрывали покровным стеклом.

4. Вычленение третьего тергита и третьего стернита. Вводили препаровальную иглу между третьим и четвертым тергитами, отделяли третий тергит и стернит, внутреннюю поверхность хитиновых элементов отделяли от жирового тела и приклеивали к стеклу с помощью глицерин-желатина.

Измерения проводили под бинокулярным микроскопом (МБС-9) с помощью окуляр-микрометра. Измерение длины передних крыльев

производили при увеличении  $\times 10$ , длины хоботка, ширины третьего тергита и стернита, длины задних крыльев и подсчет количества зацепок проводили при  $\times 20$ , длины третьего стернита, ширины восковых зеркалец и передних крыльев при  $\times 40$ , а остальных параметров при  $\times 80$ . Также для изучения таких параметров, как кубитальный индекс использовался сканер с разрешением 1200dpi и программы CooRecorder и CBeeWing.

Линейные промеры, выполненные в делениях окуляр-микрометра, затем переводили в миллиметры, а индексы выражали в процентах.

Оценку хозяйственно-полезных признаков пчелиных семей проводили по методикам В.В. Малкова, А.Г. Мартынова (1967, 1983), а также Н.И. Кривцова (1999).

Результаты исследований обрабатывались в соответствии с рекомендациями Г.Ф. Лакина (1990) и Е.К. Меркурьева (1970). Обработку цифровых материалов проводили при помощи пакета прикладных программ LibreOffice.org и разработанных нами электронных методик BeeRace и BeeState. Более сложные расчеты проводились с использованием программ на C++ и Delphi по методикам Н.Г. Загоруйко и др. (1986), Г.С. Лбова (1981).

В процессе исследований мы столкнулись с проблемой разделения гибридных пчелиных семей на статистически достоверные группы. К сожалению, нами не было найдено подходящих для этого программ, поэтому возникла необходимость в самостоятельном создании такой программы. Для достижения поставленной цели использовали метод таксономии FOREL, кодирование происходило на языке программирования C++ [Колбина, Непейвода и др., 2010].

При использовании алгоритма таксономии FOREL критерий F состоит в том, что в один таксон должны собираться объекты, похожие, близкие по своим характеристикам. В данном случае мы рассматриваем случай таксономии объектов, признаки которых измерены в сильных шкалах, что позволяет оценивать похожесть через евклидово расстояние между точками в многомерном пространстве.

Если координаты центра  $j$ -го таксона обозначить символом  $C_j$ , то сумма расстояний  $\rho(C_j; a_i)$  между центром и всеми  $m_j$  точками  $a_i$  этого таксона  $\rho_j = \sum \rho(C_j; a_i)$ , где  $i=1 \div m_j$ , а сумма таких внутренних расстояний для всех  $k$  таксонов  $F = \sum \rho_j$ ,  $j=1 \div k$ . Смысл критерия похожести на центр состоит в том, что нужно найти такое разбиение  $m$  объектов на  $k$  таксонов, чтобы приведенная выше величина  $F$  была минимальной. Выполнение этого условия можно достичь с помощью алгоритма FOREL [Елкин и др., 1967; Загоруйко и др., 1986; Загоруйко, 1999].

Таксоны, получаемые этим алгоритмом, имеют

сферическую форму. Количество таксонов зависит от радиуса сфер: чем меньше радиус, тем больше получается таксонов. Вначале признаки объектов нормируются так, чтобы значения всех признаков находились в диапазоне от нуля до единицы. Затем строится гиперсфера минимального радиуса  $R_0$ , которая охватывает все  $m$  точек. Если бы нам был нужен один таксон, то он был бы представлен именно этой начальной сферой. Далее пытаемся получить большее количество таксонов. Для этого мы постепенно уменьшаем радиус сфер. Берем радиус  $0.9R_0$  и помещаем центр сферы в любую из имеющихся точек. Находим точки, расстояние до которых меньше радиуса, и вычисляем координаты центра тяжести этих "внутренних" точек. Переносим центр сферы в этот центр тяжести и снова находим внутренние точки. Сфера как бы плывет в сторону локального сгущения точек. Такая процедура определения внутренних точек и переноса центра сферы продолжается до тех пор, пока сфера не остановится, то есть пока на очередном шаге мы не обнаружим, что состав внутренних точек, а следовательно и их центр тяжести, не меняется. Это значит, что сфера остановилась в области локального максимума плотности точек в признаковом пространстве.

Точки, оказавшиеся внутри остановившейся сферы, мы объявляем принадлежащими таксону номер 1 и исключаем их из дальнейшего рассмотрения. Для оставшихся точек описанная выше процедура повторяется до тех пор, пока все точки не окажутся включенными в таксоны. Начальную точку меняют случайным образом, останавливаясь на таком варианте, который соответствует минимальному

значению величины  $F$ . Таксономия проводилась в полном 14-мерном пространстве.

Для определения схожести групп все значения переводили в доли единицы. По многочисленным [Загоруйко, 1999] исследованиям в биологии необходимым и достаточным радиусом подобия является 0.1. Для получения более достоверных результатов также проанализировали пчел с использованием  $r=0.08$ . При анализе программой использовалось 14 различных морфометрических признаков.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам многолетних исследований, в целом по Удмуртской Республике можно наблюдать следующую частоту встречаемости (рис. 4) и картину распространения различных рас пчел (рис. 5) [Колбина, Непейвода и др., 2003, 2005, 2006, 2010, 2011].

Следует отметить, что общая доля пчелиных семей южных рас по мере продвижения с юга на север Удмуртской Республики уменьшается, а количество пчелиных семей среднерусской расы, наоборот, увеличивается.

В процессе исследования выяснилось, что невозможно достоверно утверждать даже о чистоте расы у соответствующих стандарту по средним морфометрическим признакам, поскольку у 58% семей южных рас, в которых средние значения подходят под расовые стандарты, наблюдаются настолько широкий размах вариаций отдельных морфометрических признаков (например, таких как кубитальный индекс, варьирующий от 39 до 65%), что возникает закономерное подозрение в гибридном происхождении этих семей.



Рис. 4. Расовый состав пчел Удмуртской Республики

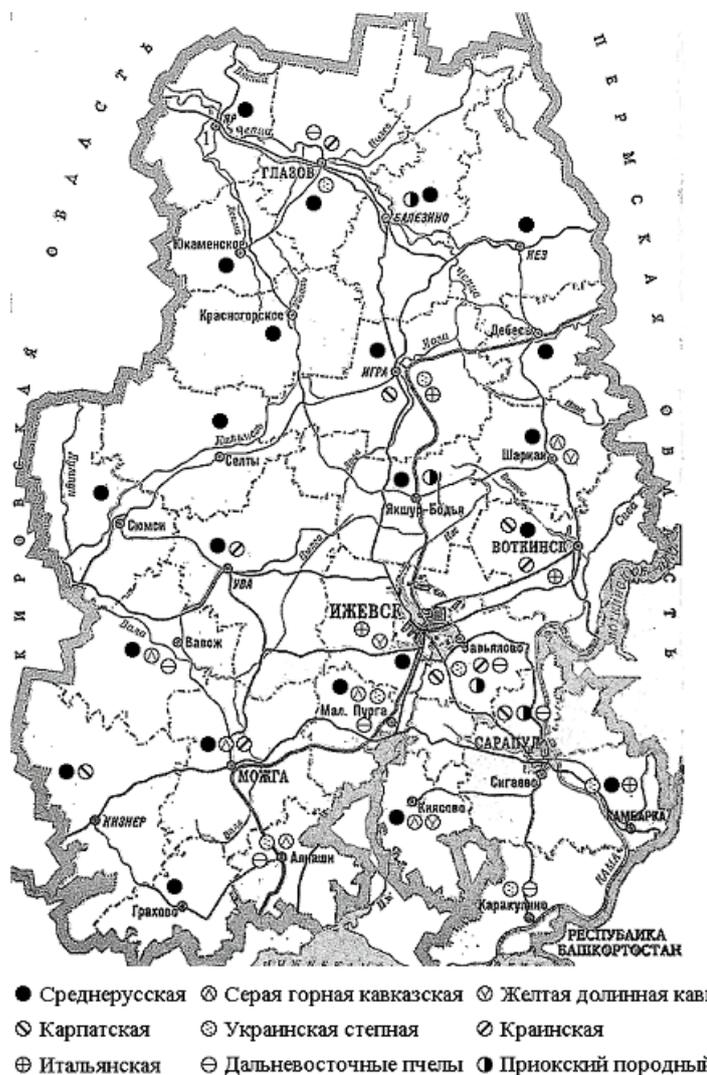


Рис. 5 Распределение рас пчел по районам Удмуртской Республики

Следует отметить, что в семьях, которые по средним морфометрическим признакам соответствуют среднерусской расе, широкая вариабельность встречается гораздо реже, только у 37% исследованных семей. Ни на одной из исследованных пасек центральной и южной зоны процентное содержание семей среднерусской расы не превышало 57%, а в северной - 83%. На 9% исследованных пасеках пчелы среднерусской расы не обнаружены.

Эти данные хорошо коррелируют с подобными исследованиями в других регионах. В частности, А.З. Брандорф [2000] отмечает, что в настоящее время в Кировской области также практически не осталось чистой линии среднерусской расы пчел.

Результаты молекулярно-генетических

исследований [Колбина, Непеева и др., 2007, 2010, 2011, 2012, 2014] показали, что на большинстве пасек преобладали семьи, имеющие происхождение по материнской линии от *A.m.mellifera*. Частота комбинации PQQ была высокой (>0.95) на отдельных пасеках Можгинского, Завьяловского и некоторых других районов, но в большинстве случаев наблюдалась довольно низкая частота комбинации PQQ (<0.70), что свидетельствует о завозе пчел южных рас.

Следует учитывать, что ни один из использованных методов не стоит абсолютизировать. Несмотря на все достоинства молекулярно-генетической методики [Поздняков и др., 2000] у нее есть и существенный недостаток. Поскольку аборигенными пчелами для всего Поволжья, в том числе и Удмуртии были среднерусские пчелы, то

есть пчелы *Apis mellifera mellifera* L., а завезенные семьи южных рас составляли небольшой процент от общего количества разводимых пчел, это привело к тому, что большая часть гибридизации местных пчел произошла по мужской линии, которую использованная молекулярно-генетическая методика, к сожалению, учесть не может [Козлов, 2006]. С другой стороны, большая вариабельность морфологических признаков, появившаяся в результате гибридизации, привела к тому, что часть гибридных пчел может по экстерьеру соответствовать среднерусской расе, таковой по сути не являясь. Поэтому достоверные результаты могут быть получены только при использовании как морфологических, так и молекулярно-генетических методов исследования.

В результате исследований выявилась сильная примесь к коренной популяции пчел южных рас, абсолютное большинство которых имеют более низкие значения кубитального индекса. Однако при высокой степени гибридизации пчел, легко заметной по показателям кубитального индекса, следует обратить внимание, что средняя длина хоботка не просто не увеличилась (что было бы характерно при большой примеси пчел южных рас с большими показателями длины хоботка), а еще и находится в нижней половине пределов, допустимых для среднерусской расы (таблица 2). Это говорит о недостоверности положительного влияния на генофонд среднерусской расы пчел примесей южных рас при бесконтрольном скрещивании и отсутствии строгого контроля.

Таблица 2.

Морфологические признаки пчел Удмуртской Республики

Параметр	Показатель		
	X ± m	Lim	Cv, %
Длина хоботка, мм	6.194 ± 0.002	5.30 - 6.95	3.429
Ширина 3-го тер., мм	4.966 ± 0.001	4.50 - 5.45	2.508
Длина 3-го тер., мм	2.065 ± 0.001	1.80 - 2.32	2.361
Ширина 3-го стер., мм	4.788 ± 0.001	4.35 - 5.30	2.433
Длина 3-го стер., мм	2.915 ± 0.001	2.60 - 3.18	3.038
Кол-во зацепок (R), шт	21.409 ± 0.009	17 - 27	5.581
Кол-во зацепок (L), шт	21.403 ± 0.01	17 - 27	5.820
Восковые зеркала:			
ширина (R), мм	2.491 ± 0.001	2.20 - 2.85	2.794
ширина (L), мм	2.492 ± 0.001	2.18 - 2.90	2.997
длина (R), мм	1.238 ± 0.001	0.97 - 1.52	5.569
длина (L), мм	1.235 ± 0.001	0.99 - 1.54	5.748
Заднее крыло:			
ширина (R), мм	1.649 ± 0.001	1.51 - 1.80	2.502
ширина (L), мм	1.654 ± 0.001	1.48 - 1.83	2.529
длина (R), мм	6.619 ± 0.001	6.15 - 7.30	1.754
длина (L), мм	6.631 ± 0.001	6.10 - 7.30	1.923
Переднее крыло:			
ширина (R), мм	3.168 ± 0.001	2.9 - 3.5	2.533
ширина (L), мм	3.169 ± 0.001	2.85 - 3.55	2.624
длина (R), мм	9.27 ± 0.002	8.8 - 10.2	2.162
длина (L), мм	9.256 ± 0.002	8.4 - 10.1	2.321
Кубитальный индекс (R), %	55.376 ± 0.019	34 - 100	8.094
Кубитальный индекс (L), %	53.613 ± 0.022	30 - 100	9.989
Тарзальный индекс (R), %	56.743 ± 0.006	45.95 - 66.11	2.550
Тарзальный индекс (L), %	56.415 ± 0.007	45.12 - 66.87	2.745

Более того, наши исследования позволяют судить об отрицательном влиянии бесконтрольного скрещивания на хозяйственно полезные показатели

(длина хоботка, ширина третьего тергита).

В связи с высокой изменчивостью мы поставили перед собой цель проанализировать

местных медоносных пчел с целью выделения отдельных групп.

Для достижения цели использовали метод таксономии FOREL, с использованием компьютерных программ на С++ [Л.М. Колбина, С.Н. Непейвода и др., 2005, 2007, 2010]. Для определения схожести групп все значения переводились в доли единицы. Радиус подобия взяли за 0.1. Для получения более достоверных

результатов также проанализировали пчел с использованием  $r=0.08$ .

В результате, при  $r=0.1$ , было выделено три основных типа пчел, в которые вошли 90.43% семей (таблица 3). К первому, самому многочисленному типу ( $\alpha$ ) относится 61.70% пчелиных семей, ко второму ( $\beta$ ) – 18.09%, и к третьему ( $\gamma$ ) – 10.64%.

Таблица 3.

Распределение пчелиных семей по группам по методу FOREL при  $r=0.1$

Параметр	Тип $\alpha$			Тип $\beta$			Тип $\gamma$		
	lim	$x \pm m$	S	lim	$x \pm m$	S	lim	$X \pm m$	S
Длина хоботка, мм	5.49-6.68	$6.11 \pm 0.020$	0.220	5.79-6.74	$6.30 \pm 0.041$	0.241	5.75-6.40	$6.15 \pm 0.039$	0.229
Ширина 3-го тергита, мм	4.56-5.20	$4.94 \pm 0.015$	0.163	4.59-5.17	$4.93 \pm 0.023$	0.136	4.71-5.17	$4.92 \pm 0.023$	0.132
Длина 3-го тергита, мм	1.88-2.18	$2.07 \pm 0.005$	0.055	1.91-2.13	$2.06 \pm 0.009$	0.051	2.01-2.13	$2.08 \pm 0.006$	0.035
Кол-во зацепок, шт	19-25	$21.80 \pm 0.083$	0.892	19-23	$21.38 \pm 0.135$	0.790	17-21	$19.08 \pm 0.180$	1.050
Ширина переднего крыла, мм	2.93-3.31	$3.18 \pm 0.009$	0.093	2.95-3.33	$3.16 \pm 0.018$	0.106	3.07-3.29	$3.20 \pm 0.013$	0.073
Длина переднего крыла, мм	8.84-9.81	$9.28 \pm 0.020$	0.220	8.85-9.83	$9.28 \pm 0.040$	0.232	8.93-9.67	$9.40 \pm 0.041$	0.237
Кубитальный индекс, %	50.40-66.93	$57.66 \pm 0.375$	4.037	40.20-50.98	$46.45 \pm 0.444$	2.587	56.27-65.79	$59.92 \pm 0.524$	3.058
Тарзальный индекс, %	49.36-61.56	$56.42 \pm 0.191$	2.054	51.28-60.62	$56.35 \pm 0.402$	2.341	54.03-61.17	$57.65 \pm 0.368$	2.146

Из типа  $\alpha$  у 14.66% пчелиных семей средние значения соответствуют среднерусской расе, 3.45% украинской степной и 0.86% приокскому породному типу. Остальные 81.03% определены как гибридные. В типе  $\beta$  5.88% карпатов, 17.65% краинской расы, и по 8.82% итальянской и дальневосточной рас. 58.83% не относятся ни к одной из рас. В типе  $\gamma$  25.00% пчелиных семей среднерусской расы и 20.00% украинской степной.

Мы предполагаем, что тип  $\beta$  составляют пчелы южных расы, которые были завезены относительно недавно и не успели потерять большинство характерных им признаков, что, вполне возможно, произойдет после смены нескольких поколений. Тип  $\gamma$  объединил пчелиные семьи, сохранившие большую часть морфологических признаков среднерусской расы.

Тип  $\alpha$  составляют гибридные пчелы,

поскольку во всех семьях, которые могут быть отнесены к какой-либо расе по средним значениям, размах вариации очень велик (величина кубитального индекса в одной семье колеблется от 50.5% до 65%).

При анализе морфометрических признаков пчел с использованием  $r=0.08$  было выделено большее количество типов, однако при исследовании результатов выяснилось, что большинство из новообразованных типов появились с помощью разделения трех основных типов при  $r=0.1$  на подгруппы. При этом при объединении подгрупп в группы картина распределения практически аналогична полученной при первом способе и различие не превышает 6.18%. Три самые многочисленные подгруппы полученные при  $r=0.08$  приведены в таблице 4.

Таблица 4.

Распределение пчелиных семей по группам по методу FOREL при  $r=0.08$

Параметр	Группа 1			Группа 2			Группа 3		
	lim	$x \pm m$	S	lim	$x \pm m$	S	lim	$x \pm m$	S
Длина хоботка, мм	5.57-6.49	$6.10 \pm 0.017$	0.178	5.49-6.49	$6.03 \pm 0.022$	0.237	5.79-6.74	$6.43 \pm 0.018$	0.191
Ширина 3-го тергита, мм	4.67-5.18	$4.98 \pm 0.014$	0.152	4.56-5.20	$4.87 \pm 0.015$	0.158	4.68-5.17	$4.95 \pm 0.012$	0.130
Длина 3-го тергита, мм	1.93-2.15	$2.07 \pm 0.004$	0.047	1.94-2.18	$2.07 \pm 0.005$	0.058	2.01-2.15	$2.08 \pm 0.003$	0.037
Кол-во зацепок, шт	19-24	$21.62 \pm 0.074$	0.797	17-23	$20.50 \pm 0.098$	1.055	19-23	$21.63 \pm 0.068$	0.690
Ширина переднего крыла, мм	2.96-3.30	$3.21 \pm 0.007$	0.080	2.93-3.29	$3.12 \pm 0.008$	0.089	3.00-3.33	$3.21 \pm 0.008$	0.084
Длина переднего крыла, мм	8.85-9.66	$9.22 \pm 0.016$	0.168	8.84-9.74	$9.25 \pm 0.022$	0.234	9.05-9.83	$9.29 \pm 0.021$	0.223
Кубитальный индекс, %	55.43-66.93	$60.25 \pm 0.228$	2.459	47.93-59.66	$53.26 \pm 0.276$	2.975	40.20-50.75	$48.87 \pm 0.258$	2.775
Тарзальный индекс, %	53.20-61.56	$56.80 \pm 0.163$	1.751	51.84-59.05	$55.43 \pm 0.138$	1.489	55.18-60.91	$57.48 \pm 0.141$	1.522

Таким образом, по результатам исследований выявлена высокая степень гибридизации пчел Удмуртской Республики, вследствие которой значительно повысился размах вариаций всех морфометрических признаков, в том числе появилось немало значений, не вписывающихся в нормы ни одной из разводимых в Российской Федерации рас пчел. С помощью метода таксономии FOREL удалось рассортировать пчел на

три основные типа, причем в первый (тип  $\alpha$ ) входит более половины пчелиных семей (61.70%).

При анализе трех основных типов пчелиных семей Удмуртии по некоторым параметрам также выяснилось их сходство (таблица 5). Однако у пчел типа  $\beta$  наблюдалась немного пониженная агрессивность, тогда как самые агрессивные пчелиные семьи попали в тип  $\alpha$ .

Таблица 5.

Некоторые хозяйственно-полезные признаки трех основных типов пчелиных семей Удмуртской Республики

Характеристика	Тип $\alpha$	Тип $\beta$	Тип $\gamma$
Агрессивность пчел	высокая	высокая	высокая
Прополисование гнезда	преимущественно среднее	от слабого до сильного	преимущественно среднее
Гигиеническое поведение пчел летом	от хорошего до слабого	от хорошего до слабого	от хорошего до среднего
Поведение пчел на соте при осмотре	бегают по соту или покидают сот	бегают по соту	покидают сот
Опоношенность гнезда весной	от слабой до сильной	от слабой до сильной	от отсутствия до средней
Печатка меда	преимущественно смешанная	от мокрой до сухой	преимущественно сухая, реже смешанная

Пчелиные семьи типа  $\beta$  набирают к началу главного медосбора минимальную силу, а пчелиные семьи типа  $\gamma$  максимальную (таблица 6). Однако, несмотря на этот фактор, выход товарного меда минимален у пчелиных семей типа  $\alpha$  ( $P \leq 0.01$ ). Скорее всего, тип  $\alpha$  показывает такие низкие

качества из-за бесконтрольного скрещивания. Этот факт также подтверждает пониженная воспроизводительность ( $P \leq 0.01$ ) и нехарактерно высокая для аборигенной расы элиминация пчел за период зимовки ( $P \leq 0.01$ ).

Таблица 6.

Основные хозяйственно-полезные признаки трех основных типов пчелиных семей Удмуртской Республики

Признак	Тип α	Тип β	Тип γ
Сила пчелиной семьи перед медосбором, улочек:			
X ± m	16.1 ± 0.29	11.7 ± 0.26	20.3 ± 0.28
Lim	9 - 26	9 - 22	14 - 28
CV, %	18.2	22.3	13.8
Максимальный привес контрольного улья в период медосбора, кг	8.3	10.1	13.7
Производство товарного меда на семью, кг			
X ± m	13.4 ± 0.30	18.8 ± 0.31	36.6 ± 0.45
Lim	5.2 - 31.1	7.0 - 38.0	11.3 - 76.0
CV, %	22.2	16.6	12.4
Воскопродуктивность, кг			
Среднее количество отстроенных сот, шт.	6.9	9.9	10.3
X ± m	0.52 ± 0.02	0.74 ± 0.02	0.77 ± 0.02
Lim	0.2 - 1.0	0.4 - 1.7	0.4 - 2.1
CV, %	36.7	28.0	26.2
Зимняя элиминация пчел, %			
X ± m	16 ± 0.72	22 ± 0.68	9 ± 0.77
Lim	11 - 100	10 - 100	5 - 100
Гибель пчелиных семей за период зимовки, %	3 - 24	1 - 22	1 - 10

Гораздо больший интерес в хозяйственном плане представляют пчелиные семьи типа β. Семьи этого типа обладают хорошей медовой продуктивностью ( $P \leq 0.01$ ) и восковой продуктивностью ( $P \leq 0.01$ ), но, к сожалению, отличаются повышенной гибелью пчел и даже пчелиных семей за период зимовки ( $P \leq 0.01$ ). В связи с этим пчелиные семьи типа β могут быть выгодны только на хорошо оборудованных пасеках под присмотром опытных пчеловодов. При этом наибольший интерес представляют пчелиные семьи типа β южной зоны, отличающиеся повышенной медовой продуктивностью ( $P \leq 0.05$ ) и пониженной гибелью пчелиных семей за период зимовки ( $P \leq 0.05$ ) по сравнению с остальными пчелиными семьями этого типа.

Пчелиные семьи типа γ отличаются лучшими показателями, причем как в силе семьи к началу главного медосбора ( $P \leq 0.01$ ), так и в медовой продуктивности и восковой продуктивности ( $P \leq 0.01$ ). Кроме того, семьи этого типа отличаются пониженной элиминацией пчел за период зимовки и пониженной гибелью пчелиных семей ( $P \leq 0.01$ ). Пчелиные семьи этого типа наиболее желательны для разведения на пасеках Удмуртии.

В целом, нами выявлена высокая вариабельность местных пчел по хозяйственно-полезным признакам: медовой продуктивности и восковой продуктивности. Стоит отметить, что большая примесь южных рас лишь незначительно

снизила агрессивность пчелиных семей. Также заслуживает внимания тот факт, что пчелиные семьи северной зоны Удмуртской Республики отличаются способностью наращивать большую массу пчелиной семьи к периоду главного медосбора, и, соответственно, характеризуются наибольшими показателями медовой продуктивности и восковой продуктивности. При анализе трех основных типов пчелиных семей Удмуртии следует отметить нежелательность содержания пчелиных семей типа α, умеренное использование типа β и преимущественное разведение на территории республики пчел типа γ, обладающих повышенной жизнеспособностью и продуктивностью.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выявлена значительная гибридизация (71.9%) местных пчел южными расами. Только 15.55% пчелиных семей республики по морфологическим признакам соответствуют исконной среднерусской расе. В центральной и южных зонах Удмуртии не обнаружено ни одной пасеки с содержанием семей среднерусской расы более 57%, в северной - более 83%. В трех районах Удмуртской Республики семей среднерусских пчел не выявлено.

С помощью метода таксономии FOREL удалось определить три основных типа схожих по морфологическим признакам пчел, причем в первый вошло более половины пчелиных семей (61.7%). Тип

$\alpha$  составляют гибридные пчелы третьего и последующих поколений, тип  $\beta$  (в который входит 18.1% пчелиных семей Удмуртии) - пчелы южных рас и их гибриды 1-2 поколения, и тип  $\gamma$  (10.6% от общего числа исследованных пчелиных семей) - наименее гибридизованные остатки исконной популяции среднерусской расы Удмуртии.

Тип  $\beta$  представляет хозяйственный может быть использован при медосборе с весенних медоносов и бобовых культур. Средняя медовая продуктивность пчелиных семей типа  $\beta$  18.8 кг, зимняя элиминация пчел 22%. Тип  $\gamma$  является наиболее желательным для разведения. Пчелиные семьи этого типа обладают повышенной жизнеспособностью (зимняя элиминация пчел 9%) и продуктивностью (средняя медовая продуктивность 36.6 кг), а также способны эффективно использовать большинство медоносов Удмуртской Республики.

В свете вышеизложенного наибольшую хозяйственную ценность представляют отдельные устойчивые группы пчел северной (семьи пчел типа  $\gamma$ ) с рентабельностью производства меда не менее 47.6% и южной зон (семьи пчел типа  $\beta$ ) с рентабельностью производства меда не менее 21.7%. Пчелиные семьи типа  $\alpha$  племенной ценности не представляют.

#### БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарят А.Г. Николенко, Р.А. Ильясова, А.В. Поскрякова, из института биохимии и генетики Уфимского научного центра РАН за помощь и совместное проведение генетических исследований по теме работы. А также всех пчеловодов Удмуртской Республики за оказание поддержки в исследованиях и помощи при сборе проб пчел.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биладш Г.Д. Организация, теоретические и методические принципы сравнительного изучения различных пород пчел и их помесей // Селекция и репродукция районированных пород пчел: сборник научных трудов. - Рыбное: Гос. Агропром. Комитет РСФСР НИИП, 1987. - С. 5-41.
2. Брандорф А.З. Изменчивость хозяйственно-полезных признаков медоносных пчел Кировской области. Дис. Канд. с-х. Наук. - Киров, 2000. - 134 с.
3. Верещагин А.Н., Петухов А.В. Нужен массовый эксперимент / <http://www.orc.ru/~vereschk/New/a009.htm>
4. Елкин Е.А., Елкина В.Н., Загоруйко Н.Г. О возможности применения методов распознавания в палеонтологии // Геология и геофизика. 1967. - №9. С. 75-78.
5. Загоруйко Н.Г. Прикладные методы анализа данных и знаний. Новосибирск: Изд. Института информатики, 1999. - 270 с.
6. Загоруйко Н.Г., Елкина В.Н., Емельянов С.В., Лбов Г.С. Пакет прикладных программ ОТЭКС. М.: Финансы и статистика, 1986.
7. Захаров В.М. Ассиметрия животных. М.: Наука, 1987. - 215 с.
8. Козлов Н.Н., Грязнов С.С. Некоторые численные характеристики больших геномов. Препринт ИПМ им. М.В. Келдыша РАН. - М., 2006. - 28 с.
9. Колбина Л.М., Непейвода С.Н. Влияние экологической обстановки на морфометрические признаки *Apis mellifera* // Аграрная наука Евро-Северо-Востока, 2006, №8. - С. 163 - 165.
10. Колбина Л.М., Непейвода С.Н., Ильясов Р.А., Николенко А.Г. Генетический анализ популяций пчел Удмуртской Республики // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России: мат-лы Международной науч.-практ. конференции молодых ученых и специалистов, Уральское издание, Екатеринбург. - 2012. - с. 45-50.
11. Колбина Л.М., Непейвода С.Н., Масленников И.В., Воробьева С.Л. Генетический и морфометрический анализ породности пчелиных семей Шарканского и Завьяловского районов УР // Современное пчеловодство. Проблемы, опыт, новые технологии: Материалы международной практической конференции, 2010. - Ярославль, С.71-73.
12. Колбина Л.М., Непейвода С.Н., Масленников И.В., Воробьева С.Л., Санникова Н.А., Ильясов Р.А., Николенко А.Г. Генетическая дифференциация популяций *Apis mellifera* L. в Удмуртской Республике // Пчеловодство, 2011. - № 10. - с.12-13.
13. Колбина Л.М., Непейвода С.Н., Непейвода А.Н. Изучение породного состава и выявление местной популяции пчел Удмуртии // Экологические аспекты технологии производства, переработки и использования продуктов пчеловодства. Материалы научно-практической конференции Ч.1. - Рыбное, 2005. - С. 164 - 166.
14. Колбина, Л.М., Непейвода С.Н., Масленников И.В. Использование метода таксономии FOREL при анализе помесных пчелиных семей УР // Аграрная наука Евро-Северо-Востока, 2010. - № 3. - с. 50-53.
15. Колбина Л.М., Непейвода С.Н., Ильясов Р.А., Поскряков А.В., Николенко А.Г. Использование морфометрических и молекулярно-генетических методов для исследования *Apis mellifera* // Аграрная наука Евро-Северо-Востока,

2007 № 10. - С. 57- 58.

16. Колбина Л.М. Особенности неблагоприятия популяций медоносной пчелы центральной зоны Удмуртской Республики // «Экологические и биологические основы разведения пчел и диких пчелиных как опылителей энтомофильных культур в условиях Северо-Востока РФ». Материалы научно-практической конференции. - Ижевск, 2007. - С.82-84.

17. Колбина Л.М., Непейвода С.Н. Пчелы Удмуртской Республики // Пчеловодство, 2003, № 6. - С.17.

18. Колбина Л.М., Непейвода С.Н. Современное состояние генофонда *Apis Mellifera* в Удмуртии // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2005, № 6. - С. 113 - 117.

19. Костарев Г.К., Власов В.Н. Разные расы пчел в Башкирии // Пчеловодство, - 1968. - № 5. - С. 17-18.

20. Кривцов Н.И., Билаш Г.Д., Бородачев А.В. Селекционное улучшение продуктивных и племенных качеств пчелиных семей. (Методические указания). М.: Информагротех, 1999. - 84 с.

21. Кривцов Н.И. Состояние генофонда среднерусских пчел // Пчеловодство. - 2005. - №3.

22. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. - 352 с.

23. Лбов Г.С. Методы обработки разнотипных экспериментальных данных. Новосибирск: Наука, 1981.

24. Малков В.В., Мартынов А.Г. Комплексная оценка зимостойкости // Пчеловодство. - 1983. - №9. - С. 12-13.

25. Малков В.В., Мартынов А.Г. Оценка медопродуктивности // Пчеловодство. - 1967. - №3. - С. 12-13.

26. Меркурьева, Е.К. Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных животных. М.: Колос, 1970. - 326 с.

27. Методические рекомендации ВНИИ пчеловодства. - Рыбное, 1982.

28. Методические указания по контролю чистопородности медоносных пчел, определению пыльцевой продуктивности и содержанию воска в прополисе. Всесоюзная академия сельскохозяйственных наук им. В.И. Ленина. - Москва, 1985.

29. Непейвода С.Н. Сравнительная характеристика популярных пород пчел Удмуртской Республики и рекомендации по их определению // Материалы всероссийской научно-практической конференции «Мир пчел». - Ижевск: ООО «Колорит-

Принт», 2011. - С. 108-113.

30. Никоноров Ю.М., Беньковская Г.В., Поскрывков А.В. Использование метода ПЦР для контроля чистопородности пчелиных семей *Apis mellifera mellifera* L. в условиях Южного Урала // Генетика. - 1998. Т. 34. - № 11. - С. 1574-1577.

31. Плахова А.А. Опасность бесконтрольного массового скрещивания пчел // Пчеловодство. - 2003. - №4.

32. Поздняков В.Н., Чудинов О.С., Абрамова А.Б., Какпаков В.Т., Гранкин Н.Н., Бородачев А.В., Кривцов Н.И. Использование молекулярных методов в охране генофонда пчелиных // Материалы международной научной конференции «Пчеловодство - XXI век». М.: НИИП, - 2000. - С. 96-97.

33. Тряско В.В. Характер наследования признаков при скрещивании различных рас пчел // XVIII Международный конгресс по пчеловодству: сборник научных трудов. - М., 1961. - С. 55-67.

34. Чашухин В.А., Брандорф А.З. Асимметрия жилкования крыльев при беспородном разведении пчел // Пчеловодство. - 2000. - №3. - С. 22-23.

35. Чашухин В.А., Брандорф А.З. Изменчивость морфологических признаков пчел Кировской области // Пчеловодство. - 1999. - №6. - С. 17-18.

36. Чепурной И.П. Чистопородные карпатские спасли мою пасеку // Пчеловодство. - 1999. - №2.

37. Bounias M. F comparison of haemolymph levels and inter-relations of trehalose, glucose and fructose in workerbees from different races and hybrids // Comp. Biochem. Phisionogy. - 1981. Vol. 69b. - p. 471-477.

38. Chomzynski P., Sacchi N. Single-step method of RNA isolation by acid guanidinium thiocyanate-phenol-chloroform extraction // Anal. Biochem. - 1987; - 162: 156-9.

39. Cornuet J.M., Garnery L., Solignac M. Putative origin of the intergenic region between COI and COII of *Apis mellifera* L. mitochondrial DNA // Genetics, 1991. - №128 - p. 393-403.

40. Kolbina L., Nepeivoda S., Brandorf A., Ivoylova M. Characteristics of honey bees of the northeast of the European part of Russia // 51 Naukova Konferencja Pszczelarska. - Szczyrk, 11-13.03.2014. - p. 42.

41. Moeller F.E. Development of hybrid bees // Production Research Report. NS Dep. Agricult. - 1976. - №168. - p. 1-11.

**THE DARK FOREST BEE IN THE UDMURT REPUBLIC.  
THE PROBLEM OF INTROGRESSION OF SOUTHERN RACES OF BEES**

Nepeyvoda S.N.<sup>1</sup>, Kolbina L.M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>The Udmurt state scientific research institute of agriculture, senior researcher

<sup>2</sup>The Udmurt state scientific research institute of agriculture, leading researcher

E-Mail: lidakolbina@yandex.ru

**ABSTRACT**

The article describes a current state of honey bees populations in the Udmurt Republic. According to the survey, 72% of bee colonies are attributed as hybrids. By the method FOREL, bee colonies the republic are divided into three types. The type  $\alpha$  consists predominantly of hybrids, type  $\beta$  - of southern bee races and their hybrids in 1-2 generations, and the type  $\gamma$  - bee colonies of survived populations of the dark forest bees.

**Keywords:** Honeybees, dark forest bees, morphometric method, genetic method, FOREL.