

экспортный потенциал на основе экономически значимых показателей, характеризующих эффективность производство говядины.

Список литературы

1. Такун С., Климеовец Е. Государственная поддержка мясного скотоводства в Республике Беларусь: состояние и направления развития // Аграрная экономика. – 2012. – № 9. – С. 72.
2. Гусаков В., Шейко И., Тимошенко В. и др. Научное обоснование программы разведения красного молочного скота в Республике Беларусь // Доклады Нац. акад. наук Беларуси. – 2022. – Т. 66. – № 4. – С. 460–472.
3. Сярова Л.Н., Востроилов А.В. Использование бычков молочных пород при производстве говядины в условиях Приднестровья // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2020. – № 1. – С. 36–49.
4. Пестис М.В., Еремеевич Т.И., Пестис П.В. Эффективность выращивания и откорма крупного рогатого скота в Гродненской области: моногр. – Гродно: ГГАУ, 2011. – 163 с.
5. Горелик В.С., Горелик Л.Ш. Убойные качества бычков разных пород в зависимости от возраста // Главный зоотехник. – 2017. – № 8. – С. 19–23.
6. Амерханов Х.А. Состояние и развитие молочного скотоводства в Российской Федерации // Молочное и мясное скотоводство. – 2017. – № 1. – С. 2–6.
7. Соляник А.В., Турчанов С.О., Соляник Т.В. и др. Технологии производства продукции животноводства. Практикум: учеб.-метод. пособие. – Горки: БГСХА, 2020. – 268 с.
8. Тузов И.Н., Свитенко О.В. Рост, развитие и мясная продуктивность голштинских бычков разных линий // Труды Кубанского ГАУ. – 2012. – Вып. 36. – С. 228–231.
9. Гиниятуллин Ш.Ш., Тагиров Х.Х. Рост, развитие, химический состав и качество мяса бычков черно-пестрой породы и их голштинизированных помесей // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2011. – № 3 (29). – С. 70–73.

<https://doi.org/10.26898/2026-200>
УДК 638.123

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ, МОРФОТИПНАЯ И ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОПУЛЯЦИЙ МЕДОНОСНЫХ ПЧЁЛ ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ

Рудак А.Н.¹, аспирант,
Заяц О.В.¹, канд. с.-х. наук, доцент,
Рудак А.Н.², канд. с.-х. наук, в.н.с.

¹Витебская государственная академия ветеринарной медицины,
Витебск, Республика Беларусь

²Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству,
Жодино, Республика Беларусь
e-mail: feora87@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследования пороодоопределяющих морфометрических признаков крыла (кубитальный индекс, гантельный индекс, дискоидальное смещение) у медоносных пчёл *Apis mellifera* с различными вариантами локуса COI–COII мтДНК, разводимых на пасеках Витебской области Республики Беларусь. Установлено несоответствие морфометрических признаков (кубитальный индекс,

дискоидальное смещение) и аллельных вариантов локуса COI–COII мтДНК. При исследовании морфотипной структуры выявлены несвойственные для аллельных вариантов классы, что в целом характеризует происходящие процессы гибридизации.

Ключевые слова: кубитальный и гантельный индексы, дискоидальное смещение, морфотип

Классическим методом идентификации пород пчёл является морфометрический метод, прежде всего исследование жилкования крыла с расчетом кубитального, гантельного индексов и дискоидального смещения [1]. В повседневной работе с пчёлами для определения породной принадлежности используются косвенные породные признаки, характеризующие их внешний вид и поведение. Исследование морфотипов медоносных пчёл является наиболее доступным и простым по методологии проведения подходом при мониторинге качественного состава пчёл, и надежным индикатором состояния их популяционных структур [2].

Для определения породной принадлежности только экстерьерных признаков может быть недостаточно, поэтому им на смену пришли молекулярно-генетические методы, и в частности, анализ межгенного участка COI–COII (последовательность между генами цитохромоксидазы I и цитохромоксидазы II) мтДНК. Поэтому лишь при одновременном рассмотрении этих параметров возможно объективно оценить породную принадлежность и установить присутствие гибридизации.

Цель исследований – изучить морфотипную, генетическую структуру *Apis mellifera* на основе мтДНК и оценить морфометрические признаки крыла рабочих особей медоносной пчелы.

Морфометрические исследования проводились на кафедре генетики и разведения сельскохозяйственных животных им. О.А. Ивановой УО «Витебская ордена “Знак Почета” государственная академия ветеринарной медицины».

Объектом исследования являлись рабочие особи медоносной пчелы *Apis mellifera*, полученные с пасек Витебской области. Предметом исследования служили следующие показатели: кубитальный индекс, гантельный индекс, дискоидальное смещение, класс окраски (морфотип).

Для определения породной принадлежности медоносных пчел по морфометрическим признакам, отбирали по 30 рабочих особей из центральной части гнезда. Отбор проб производился в июне. При получения цифровых изображений использовался планшетный сканер Epson Perfection V300 Photo, имеющий сенсор типа CCD с разрешением 3200 т/дюйм. Измерение экстерьерных признаков пчёл проводили в программном обеспечении, предназначенном для анализа изображений SCOPE PHOTO 3.0. Оценку морфометрических признаков крыла пчёл проводили по методу, предложенному Г.А. Кожевниковым, доработанному В.В. Алпатовым в современном изложении НИИ пчеловодства [3]. Сопоставление полученных результатов морфометрических исследований проводили с общепринятыми стандартами из доступных литературных источников [4].

Морфотипы регистрировали с помощью фотоаппарата Nikon coolpix L810. Класс окраски (морфотип) определяли визуально по площади заполнения поверхности кутикулы брюшка желтым пигментом согласно методу Ф. Рутнера (2006) [5].

Исследование межгенного участка COI–COII мтДНК проводили в отраслевой лаборатории ветеринарной биотехнологии и заразных болезней животных УО «Витебская государственная академия ветеринарной медицины» путем постановки ПЦР со специфическими праймерами. С целью подтверждения эволюционных линий выполняли ПЦР-ПДРФ-анализ.

Статистическая обработка результатов исследований выполнялась на персональном компьютере с использованием компьютерной программы Microsoft Excel.

Анализ локуса COI–COII мтДНК с последующей рестрикцией эндонуклеазой DraI выявил наличие двух эволюционных линий М и С. Эволюционной линии С соответствовал аллельный вариант Q (амплифицированы фрагменты размером 500 п.н. и 550 п.н.), а эволюционной линии М–аллельный вариант PQ (амплификаты имели размер 600 п.н., 650 п.н., 750 п.н.), а так же выявлены особи с разными аллелями внутри одной семьи Q/PQ (500/700 п.н. и 550/600 п.н.), что указывает на их смешанное происхождение.

Изучена изменчивость трех пороодоопределяющих морфометрических показателей крыла (кубитального и гантельного индексов, дискоидального смещения). Указанные параметры, определенные у медоносных пчёл с различной длиной межгенного участка локуса COI–COII мтДНК, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Морфометрические показатели кубитального и гантельного индексов медоносных пчёл с различной длиной межгенного участка локуса COI–COII мтДНК

Длина межгенного участка COI–COII, п.н.	Аллельный вариант	Кол-во семей/пчёл, п	Кубитальный индекс, %		Гантельный индекс, усл. ед.	
			M ± m	Cv	M ± m	Cv
500	Q	6/180	40,83±0,424	13,89	1,02±0,007*	9,34
550	Q	12/360	44,36±0,331**	14,13	0,99±0,004	9,09
В среднем по аллелю Q		18/540	43,19±0,271	14,58	1,00±0,004	9,23
600	PQ	39/1170	43,16±0,180	14,31	1,01±0,002***	8,52
650	PQ	3/90	42,90±0,735	16,25	0,99±0,007	6,99
750	PQ	5/150	46,67±0,507***	13,31	0,97±0,007***	9,30
В среднем по аллелю PQ		47/1410	43,52±0,168	14,53	1,00±0,002	8,59
500/700	Q/PQ	3/90	41,19±0,642	14,78	0,98±0,008*	8,28
550/600	Q/PQ	2/60	40,12±0,678	13,10	1,03±0,008**	6,63
В среднем по аллелю Q/PQ		5/150	40,76±0,471	14,17	1,00±0,006	7,96

Примечание. Здесь и далее разница значима при *P ≤ 0,05, **P ≤ 0,01, ***P ≤ 0,001.

Анализ данных табл. 1 позволил установить, что средние значения кубитального индекса во всех группах варьировали в пределах от 40,12 до 46,67%, коэффициент вариации (Cv) составил 13,10–16,25%. Максимальное среднее значение кубитального индекса было зарегистрировано в группе 750 п.н. – 46,67%, а минимальное в группах 500 п.н. и 550/600 п.н. соответственно 40,83 и 40,12%. Значение гантельного индекса изменялось от 0,97 до 1,03 усл. ед., коэффициент вариации (Cv) составил 6,63–9,34%.

Сравнивая полученные данные с морфометрическими стандартами можно сделать вывод, что пчёлы данной популяции по значению кубитального и гантельного индекса соответствуют представителям южных рас. Однако в 3 исследованных группах по вариабельности локуса COI–COII мтДНК 600 п.н., 650 п.н., 750 п.н. были идентифицированы пчелиные семьи аллельного варианта PQ, что указывает на происхождение семьи по материнской линии от среднерусской породы или аборигенного подвида тёмной лесной пчелы, и в 2 группах с длиной 500/700 п.н. и 550/600 п.н. были установлены разные варианты локуса COI–COII в одной семье. В исследованиях Н.В. Островерховой с соавторами, такие пчелиные семьи идентифицированы как «семьи-перевёртыши», когда наблюдается несоответствие морфометрических признаков и аллельных вариантов локуса COI–COII мтДНК [6].

В результате проведенных исследований выявлены три варианта дискоидального смещения: положительное, отрицательное и нейтральное (табл. 2).

В группах с длиной межгенного участка COI–COII мтДНК 500 п.н., 550 п.н. показатели соответствовали стандартам южных пород пчёл. Отрицательное дискоидальное смещение было наибольшим в группах 750 и 500/700 п.н. соответственно 18,0 и 12,2%. В группах с длиной межгенного участка COI–COII мтДНК 600 п.н. и 650 п.н. процент отрицательного дискоидального смещения был ниже (3,8; 1,1%). Значение данного

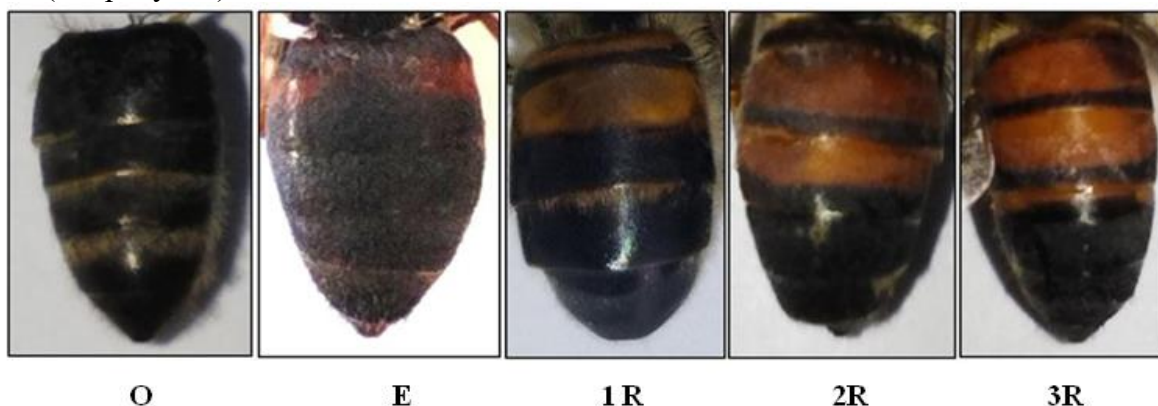
показателя отклоняется от значений стандарта, принятых для *A. m. mellifera* (среднерусская порода), для которой характерен аллель PQ и высокий процент отрицательного дискоидального смещения (95–100%). Это свидетельствует о том, что на пасеках Витебской области большинство пчелиных семей являются гибридными.

Таблица 2

Показатели дискоидального смещения у различных аллельных вариантов пчёл

Длина межгенного участка COI–COII, п.н.	Аллельный вариант	Кол-во семей, п	Дискоидальное смещение, %		
			положительное	нейтральное	отрицательное
500	Q	6	87,2	12,2	0,6
550	Q	12	86,9	11,7	1,4
600	PQ	39	80,9	15,3	3,8
650	PQ	3	82,2	16,7	1,1
750	PQ	5	56,7	25,3	18,0
500/700	Q/PQ	3	70,0	17,8	12,2
550/600	Q/PQ	2	91,6	8,4	0

Проведена идентификация морфотипов рабочих пчёл с пасек исследуемых районов по характерным отметкам на наружном скелете (кутикуле). Выделены следующие классы: О – совершенно тёмная; Е – на втором кольце имеются коричневые большие кромки (уголки); 1R – одно блестящее жёлтое кольцо; 2R – два блестящих жёлтых кольца; 3R – три жёлтых кольца (см. рисунок).



Классы морфотипов *Apis mellifera*, встречающиеся на территории Витебской области.
Фото Рудак А.Н.

Результаты исследований морфотипов *Apis mellifera* различных аллельных вариантов представлены в табл. 3.

Таблица 3

Оценка морфотипной структуры рабочих особей медоносных пчёл

Длина межгенного участка COI–COII, п.н.	Аллельный вариант	Кол-во исслед. пчёл, п	Классы морфотипов пчёл, шт. (%)				
			О	Е	1R	2R	3R
500	Q	180	2 (1,1)	9 (5,0)	5 (2,8)	122 (67,8)	42 (23,3)
550	Q	360	71 (19,7)	20 (5,6)	32 (8,9)	207 (57,5)	30 (8,3)
600	PQ	1170	9 (8,5)	55 (4,7)	168 (14,3)	772 (66,0)	76 (6,5)
650	PQ	90	10 (11,1)	15 (16,7)	9 (10,0)	52 (57,8)	4 (4,4)
750	PQ	150	54 (36,0)	16 (10,7)	14 (9,3)	66 (44,0)	–
500/700	Q/PQ	90	21 (23,3)	–	5 (5,6)	51 (56,7)	13 (14,4)
550/600	Q/PQ	60	1 (1,7)	5 (8,3)	3 (5,0)	38 (63,3)	13 (21,7)
Итого		2100	258 (12,3)	120 (5,7)	236 (11,2)	1308 (62,3)	178 (8,5)
			378 (18,0)		1722 (82,0)		

Из приведенных в табл. 3 данных видно, что исследованная популяция медоносных пчёл на территории Витебской области характеризуется наличием пяти классов морфотипов с различной встречаемостью аллельных вариантов. К морфотипу О принадлежало 12,3%, Е – 5,7%, 1R – 11,2%, 2R – 62,3%, 3R – 8,5%.

Наибольшая численность исследованных медоносных пчёл относится к классам 1R, 2R и 3R. Данные морфотипы регистрировались у 82,0% суммарного числа выборки. Наименьшее количество особей относились к морфотипам О и Е – 18,0%. Во всех группах было зарегистрировано наибольшее количество пчёл с морфотипом 2R (группа 500 п.н. – 122 пчелы (67,8%), группа 550 п.н. – 207 пчёл (57,5%), группа 600 п.н. – 772 пчелы (66,0%), группа 650 п.н. – 52 пчелы (57,8%), группа 750 п.н. – 66 пчёл (44,0%), группа 500/700 п.н. – 51 пчела (56,7%), группа 550/600 п.н. – 38 пчёл (63,3%)).

Согласно классификации Ф. Рутнера (2006) данный морфотип характеризует принадлежность пчёл к таксономической группе южных подвидов (класс 2R). Однако, в некоторых группах результаты исследования морфотипной структуры пчёл на территории Витебской области не согласуются с результатами анализа длины межгенного участка COI–COII мтДНК в группах 600 п.н. 650 п.н., 750 п.н., в которых должны преобладать морфотипы О и Е, свойственные среднерусской породе, что в целом характеризует происходящие процессы гибридизации.

На основании анализа комплексной оценки изменчивости морфометрических признаков крыла (кубитальный и гантельный индексы, дискоидальное смещение), морфотипной структуры и полиморфизма локуса COI–COII мтДНК установлено, что значительная часть пасек Витебской области представлена метисированными пчёлами с признаками, как среднерусской породы, так и южных пород пчел. Во всех исследуемых пробах, как по морфометрическим показателям, так и по молекулярно-генетическим не было обнаружено ни одной пчелосемьи, имеющей полное соответствие той или иной породе медоносных пчел. Таким образом, исследуемые пчелосемьи не могут быть отнесены к определенной породе и являются гибридными.

Список литературы

1. Конусова О.Л., Островерхова Н.В., Кучер А.Н. и др. Характеристика морфометрической изменчивости медоносных пчёл *Apis mellifera* L., отличающихся вариантами локуса COI–COII мтДНК // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2016. – № 1 (33). – С. 62–81. DOI: 10.17223/19988591/33/5.
2. Биглова Л.Ф. Разнообразие морфотипов медоносной пчелы в популяции лесостепной природно-сельскохозяйственной зоны Республики Башкортостан // Научное обозрение. Биологические науки. – 2014. – № 1. – С. 34–34.
3. СТО 00669424-001-2021. Методика измерения экстерьерных признаков медоносных пчел. – Введ. 2021–12–16. Рыбное ФГБНУ «ФНИЦ пчеловодства», 2021. – 36 с.
4. Алпатов В.В. Породы медоносной пчелы. – М., 1948. – 183 с.
5. Рутнер Ф. Техника разведения и селекционный отбор пчел: практ. руководство: пер. с нем. – 7-е изд., перераб. - М.: АСТ Астрель, 2006. - 166 с.
6. Островерхова Н.В., Конусова О.Л. Некоторые проблемы идентификации подвидов медоносной пчелы и их решение на примере изучения *Apis mellifera* в Сибири // Сельскохозяйственная биология. – 2022. – Т. 57. – № 2. – С. 283–303. DOI: 10.15389/agrobiology.2022.2.283rus.