

**Всероссийский конкурс исследовательских и проектных работ
школьников «Высший пилотаж»**

МОРФОМЕТРИЯ РАБОЧИХ ПЧЁЛ ПРИ ИНБРИДИНГЕ

Исследовательская работа

Направление «Биология»

Автор: Салитова Анисья Артемовна
учащаяся 10 класса
МБОУ «Гимназия № 53»
г. Пенза

Пенза 2025

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Исследования выполнены в рамках работы по получению линии медоносных пчёл, адаптированных к природно-климатическим условиям Пензенской области. Метод инструментального осеменения пчелиных маток является эффективным приёмом в селекционно-племенной работе, и контроль его результатов представляется весьма актуальной задачей.

Новизна работы. Новым элементом в работе является определение морфометрических показателей у рабочих пчёл, полученных в результате инбредного скрещивания с использованием метода инструментального осеменения.

Практическая значимость. Морфометрические показатели – кубитальный индекс, дискоидальное смещение и гантельный индекс – являются маркерами для идентификации и контроля чистоты породы медоносных пчёл. Их мониторинг является неотъемлемым элементом селекционно-племенной работы в пчеловодстве.

Цель работы – сравнить морфометрические показатели рабочих особей материнской пчелиной семьи и семьи, сформированной с использованием дочерней матки, осеменённой спермой родственных трутней.

Задачи:

1. Получить потомство (рабочих пчёл) от пчелиной матки, осеменённой спермой родственных трутней;
2. Определить породную принадлежность особей изучаемых пчелиных семей путём сравнения значений кубитального индекса, дискоидального смещения и гантельного индекса крыльев рабочих пчёл материнской и дочерней семей со стандартными показателями.

Объект исследования – рабочие особи медоносных пчёл материнской семьи и дочерней семьи с маткой, осеменённой родственными трутнями.

Предмет исследования – морфометрические показатели крыльев рабочих пчёл.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Инбридинг в пчеловодстве

Пчелиная семья полностью принадлежит к классу насекомых к роду *Apis*, а по образу жизни она имеет показатели высших теплокровных животных. Именно семья как биологическая единица существует постоянно. Человек в течение последних 200 лет пытается создать систему племенной работы в пчеловодстве. За эти два столетия люди создали массу новых пород: крупного рогатого скота, овец, свиней, коней, кур, собак и др., а в пчеловодстве с чего начали, то и получили.

Пчелиная семья по способу спаривания относится к «самоопылителю», т.е. родственному (инбридингу). Даже на пасеке с численностью пчелиных семей 150 – 200, расположенных на одной точке, при вылете молодой матки на спаривание ее полубратья (трутни) имеют фору перед трутнями, летящими из других семей, т.е. инбридинг часто встречается. [1]

Пчелиная семья как биологическая и хозяйственная единица очень сходна с сельскохозяйственными животными: крупным рогатым скотом, овцами, козами и др. В целом пчелиная семья подчиняется общим законам эволюции и отбора, но в то же время имеет свои специфические отличия.

У всех 9 видов рода *Apis* матки спариваются с полубратьями трутнями. Тесный инбридинг по типу «брат × сестра» в изолированной группе пчел в количестве 30 семей на начальных этапах приводит к некоторой депрессии, выражающейся в уменьшении экстерьерных признаков рабочих пчел, маток и трутней. Однако к четвертому, пятому поколению их величины начинают приближаться к исходным. Это происходит благодаря перераспределению большого числа половых аллелей в изолированной группе посредством полиандрии, чему способствует многочисленность особей и быстрая смена поколений. Тесный инбридинг у медоносных пчел в течение ряда поколений не вызывает пагубных последствий для популяции. В пчеловодстве его можно применять, как метод стабилизации генетической основы пород в различных селекционных программах, в том числе для сохранения и восстановления местных аборигенных пчел, как в ареале их исторического обитания, так и при интродукции в других географических зонах. [6]

1.2 Инструментальное осеменение пчелиных маток

Особенности размножения медоносной пчелы (мужской партеногенез, спаривание половых особей в воздухе, полиандрия), обеспечивающие сохранение их как вида, затрудняют контроль за спариванием маток и трутней. Естественное спаривание маток и трутней происходит на высоте до 50 м, при температуре воздуха не менее 23°C в радиусе от 2 до 15 км от пасеки. Горные хребты высотой до 1000 м не являются непреодолимым препятствием для их спаривания.

При проведении племенной работы с медоносными пчелами, включающей наряду с отбором целенаправленный подбор маток и трутней, необходим контроль за их спариванием. Из распространенных способов такого контроля наиболее надежным служит инструментальное осеменение пчелиных маток спермой определенных трутней.

Впервые инструментальное осеменение пчелиных маток применил Л. Уотсон (США) в 1927 г. Прибор его конструкции представлял собой манипулятор с микрошприцем, закреплённый на деревянном бруске, на котором нитками фиксировалась матка.

Прототип современных станков для осеменения был разработан Ноланом в 1937 г. В настоящее время станки для инструментального осеменения производятся во многих странах и имеют общее принципиальное устройство. Матка фиксируется в трубчатом держателе, камера жала раскрывается при помощи крючков, а сперма вводится при помощи капилляра. Матка обездвиживается при помощи увлажнённого углекислого газа, который по трубке подаётся в держатель.

За рубежом этот метод получил достаточно широкое распространение. Достаточно сказать, что в Польше, занимающей лидирующие позиции в этом направлении, более 80% используемых в пчеловодстве маток являются инструментально осеменёнными.

Инструментальное осеменение пчелиных маток широко внедрено в Чехии, где ежегодно производится около 20 тыс. инструментально осеменённых маток. [8]

Для успешного искусственного осеменения маток необходимо, чтобы на пасеке было достаточно половозрелых трутней известного происхождения. Отцовские семьи выделяют из числа наиболее продуктивных, зимостойких, здоровых и типичных для размножаемой породы или линии пчел. Семьи тщательно готовят к зиме, помещая трутневые соты при сборке гнезда осенью или сразу после весеннего облёта пчел.

При выборе семей в качестве воспитательниц предпочитают сильные семьи с общей массой пчел не менее 4 кг, которые переходят в роевое состояние. В гнезде семьи-воспитательницы должно быть не менее 8 рамок с печатным расплодом, 12 кг меда и рамки с пергой. Наличие печатного расплода обеспечивает постоянную температуру в гнезде и пополнение семьи молодыми пчелами, а открытого – максимальное количество пчел кормилиц.

Осеменяют неплодных маток в возрасте 6–13 дней, что соответствует срокам при их естественном спаривании. Трутни становятся половозрелыми в возрасте старше 14 дней.

В России метод искусственного осеменения пока не нашел широкого распространения. Одной из ведущих причин слабого распространения данного направления является недостаток оборудования, необходимого для его осуществления. Пока эту технологию используют в научных учреждениях и специализированных пчелоразведенческих хозяйствах, ведущих селекционную работу: на Майкопском опорном пункте пчеловодства, Орловской и Башкирской опытных станциях пчеловодства, в ОПППХ «Краснополянское» и др.

Таким образом, искусственное осеменение позволяет получать плодных маток независимо от погодных условий. Потери маток от повреждения и заболеваний, возникающих в процессе осеменения, при правильной организации незначительны. [3]

1.3 Основные морфометрические показатели породной принадлежности пчёл

Породная принадлежность определяется по морфометрическим показателям, которых у медоносных пчёл насчитывают более 30, но наиболее информативными считаются такие показатели, как кубитальный индекс, дискоидальное смещение (дискоидальный угол), гантельный индекс.

Кубитальный индекс – отношение длины жилки А к длине жилки В третьей кубитальной ячейки переднего крыла (Рисунок 1).

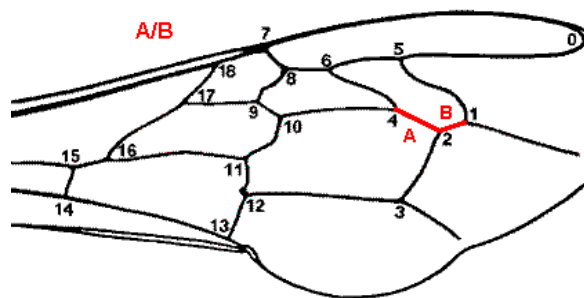


Рисунок 1. Определение кубитального индекса

Данный показатель является основным при определении породной принадлежности пчёл, практически не подвержен сезонным изменениям, слабо коррелирует с остальными экстерьерными признаками.

Дискоидальное смещение (дискоидальный угол) – измеряется между линией, соединяющей точки 0 и 7 радиальной ячейки и отрезком, проведённым от этой линии через точку 5. Дискоидальное смещение считается положительным, если данный отрезок располагается ближе к телу пчелы относительно точки 3 или отрицательным, если он располагается дальше от тела пчелы относительно точки 3. (Рисунок 2)

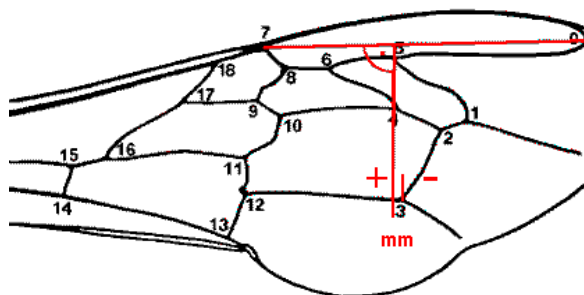


Рисунок 2. Определение дискоидального смещения

Гантельный индекс – отношение линейного расстояния между точками 1 и 4 (отрезок C) к линейному расстоянию между точками 5 и 6 (отрезок D). [4, 7]

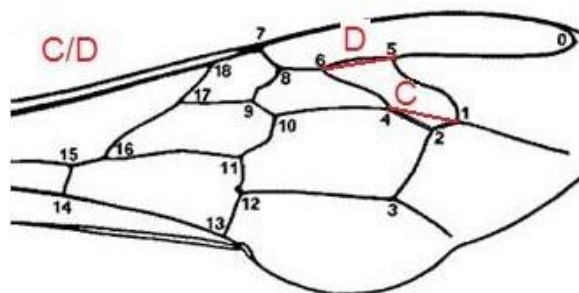


Рисунок 3. Определение гантельного индекса

Для измерения длины жилок крыльев и для обработки полученных данных в настоящее время используются различные компьютерные программы: «CBee Wing», «Порода по крыльям» и другие. Из крыльев готовится препарат, который сканируется на планшетном сканнере. Далее изображение обрабатывается программой.

2 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.2 Материал и методика проведения эксперимента

Наш опыт проводился в условиях экспериментальной пасеки ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет» с мая по июль 2025 г.

Для выполнения первой задачи эксперимента в период с 4 апреля по 10 июня 2025 г был осуществлён комплекс мероприятий с целью получения маток и трутней для инструментального осеменения. Последовательность и сроки операций представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Алгоритм получения инструментально осеменённых маток

День п/п	Манипуляция
1	Подготовка семьи-донора
20	Подготовка семьи-воспитательницы
25	Изоляция матки в семье-воспитательнице
26-30	Мечение трутней
29	Отбор личинок из семьи-донора, прививка в искусственные мисочки, перенос в семью-воспитательницу
33-34	Формирование отводков (нуклеусных ульев)
39	Изоляция маточников
41	Размещение неплодных маток в отводках
48-51	Инструментальное осеменение маток
60-65	Контроль откладки яиц осеменёнными матками

В качестве семьи-донора была выбрана семья с маткой 2023 года рождения с оптимальными хозяйственно-полезными показателями. Данную семью использовали как в качестве источника личинок для искусственного вывода маток, так и в качестве источника трутней для осеменения этих маток.

В качестве семьи-воспитательницы использовалась специально подготовленная пчелосемья.

Перенос личинок в искусственные мисочки осуществлялся при помощи шпателя. Инструментальное осеменение производилось при помощи станка Swienty, агрегированного с установкой для подачи увлажнённого углекислого газа. [5] (см. Приложение 3)

Для выполнения второй задачи в середине августа были отобраны пробы рабочих пчёл из материнской семьи и из нуклеусного улья.

Породная принадлежность рабочих пчёл определялась при помощи программы «Порода по крыльям» А. Б. Карташева. Программа предназначена для определения породной принадлежности семей медоносных пчел на основе вычисления индексов крыла: кубитального, гантельного и дискоидального смещения. Программа осуществляет расчет индексов по каждому из исследуемых пчелиных крыльев (до 100 шт.), после чего осуществляет их статистическую обработку с определением математического ожидания, среднеквадратичного отклонения, коэффициента вариации, ошибок репрезентативности, доверительного интервала. Путём сопоставления доверительных интервалов с эталонными породными диапазонами рассчитывается процент соответствия породе с выдачей рекомендаций по возможному использованию исследуемой пчелиной семьи. [2]

2.2 Результаты исследований

Результаты статистической обработки промеров крыльев рабочих пчёл материнской и дочерней семей представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Морфометрические показатели материнской и дочерней семей

Показатель	Кубитальный индекс		Дискоидальное смещение		Гантельный индекс	
	Материнская семья	Дочерняя семья	Материнская семья	Дочерняя семья	Материнская семья	Дочерняя семья
\bar{X}	2,39	2,33	3,18	2,66	1,020	0,961
σ	0,35	0,43	1,60	1,94	0,074	0,083
C_v	14,7	18,6	50,3	72,9	7,3	8,6
X_{min}	1,61	1,62	-1,15	-2,88	0,820	0,832
X_{max}	3,08	3,11	6,62	5,90	1,165	1,172

\bar{X} - среднее значение показателя;

σ - среднее квадратическое отклонение;

C_v - коэффициент вариации;

X_{min} - минимальное значение показателя;

X_{max} - максимальное значение показателя

Из данных, представленных в таблице 2 видно, что статистически достоверных изменений значений морфометрических показателей у рабочих пчёл дочерней семьи, по сравнению с материнской, в результате инбредного скрещивания не произошло. Однако, обращает на себя внимание увеличение значений показателей, характеризующих неоднородность выборки рабочих пчёл дочерней семьи – среднего квадратического отклонения и коэффициента вариации.

В таблице 3 представлены результаты расчётов программой «Порода по крыльям» вероятности принадлежности рабочих пчёл к той или иной породе (расе).

Таблица 3 – Процент соответствия породам

Порода (раса) пчёл	Материнская семья, %	Дочерняя семья, %
<i>Apis mellifera Mellifera</i>	2,2	4,8
<i>Apis mellifera Caucasica</i>	23,9	28,6
<i>Apis mellifera Ligustica</i>	71,7	47,6
<i>Apis mellifera Carnica</i>	65,2	38,1
<i>Неидентифицированные</i>	10,9	33,3

По результатам расчётов можно заключить, что материнская семья является помесной. Преобладающей расой (породой) является итальянская (*Apis mellifera Ligustica*) – 71,7 %; 65,2 % рабочих пчёл этой семьи могут быть отнесены к расе карника (*Apis mellifera Carnica*);

23,9 % - к кавказской породе (*Apis mellifera Caucasica*); и 2,2 % - к тёмной европейской или среднерусской расе (*Apis mellifera Mellifera*).

В результате близкородственного скрещивания доля пчёл итальянской расы снизилась, до 47,6 % (в 1,5 раза), доля пчёл расы карника снизилась до 38,1 % (в 1,7 раза), доля пчёл кавказской расы почти не изменилась – увеличилась до 28,6% (в 1,2 раза), а доля среднерусской расы увеличилась до 4,8 % (в 2,2 раза). Самое интересное, что процент пчёл, породную принадлежность которых программа установить не смогла, увеличилось в дочерней семье в 3,1 раза, с 10,9 до 33,3 %.

Для уточнения характера распределения значений морфометрических показателей крыльев по полученным данным были построены вариационные ряды и диаграммы.

Диаграммы показателя кубитального индекса рабочих пчёл материнской и дочерней семей представлены на рисунке 4.

Сплошными разноцветными полями выделены области стандартных значений кубитального индекса для разных пород (рас) медоносных пчёл.

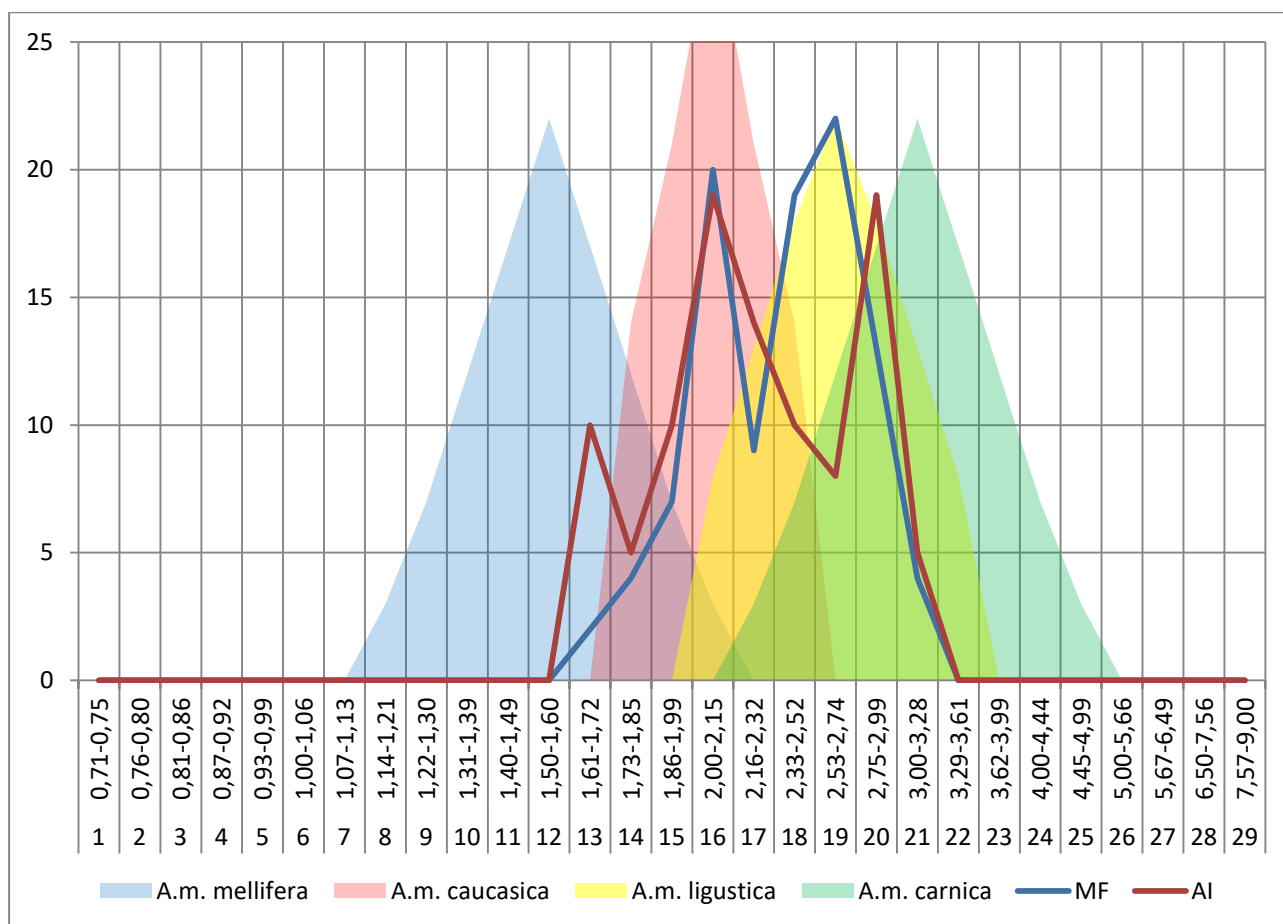


Рисунок 4 - Значения кубитального индекса крыльев рабочих пчёл материнской (MF) и дочерней (AI) пчелосемей

На диаграмме значений кубитального индекса материнской семьи хорошо различимы два пика, которые практически полностью вписываются в области значений показателя для кавказской и итальянской пород.

На диаграмме значений показателя пчёл дочерней семьи пик в области кавказской породы полностью совпадает с таким же пиком материнской семьи. Пик в области итальянской породы отсутствует. Появляются пики в области тёмной европейской породы и карника.

Кубитальный индекс является полигенным признаком, который контролируется генами, отвечающими за развитие крыла и тела пчелы. На уровне пчелосемьи кубитальный индекс является сложной смесью генетических вкладов матки и нескольких трутней, в связи с чем используется в качестве маркера для идентификации пород пчёл, а также для контроля их чистоты. В нашем случае очевидно, что матка материнской семьи была помесной и производила дочерних маток и трутней с различными вариациями генетических сочетаний. Для осеменения дочерней матки материал отбирался, как минимум, у десятка трутней, чем и можно объяснить увеличение неоднородности показателя кубитального индекса у рабочих пчёл дочерней семьи.

Диаграмма, характеризующая распределение показателя дискоидального смещения (дискоидального угла) у рабочих пчёл материнской и дочерней семей представлена на рисунке 5.

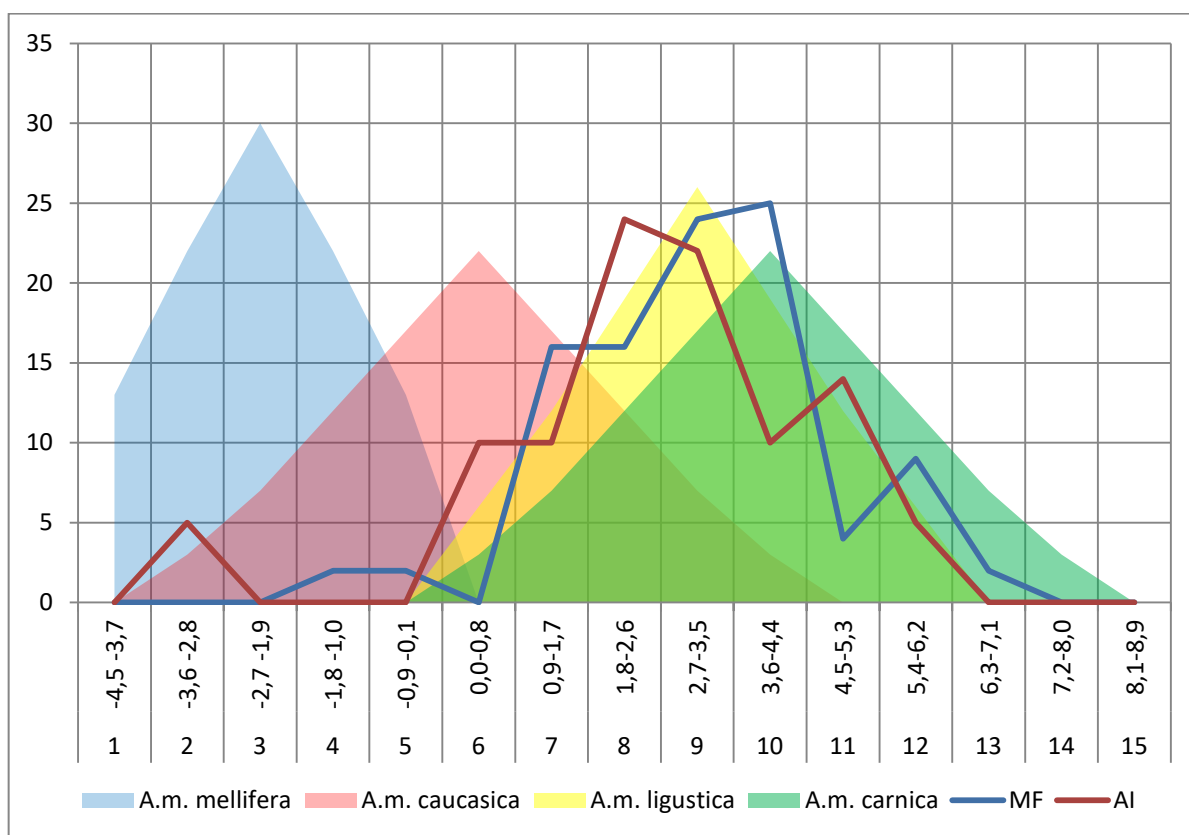


Рисунок 5 – Значения показателя дискоидального смещения крыльев рабочих пчёл материнской (MF) и дочерней (AI) пчелосемей

Диаграмма значений показателя дискоидального смещения материнской семьи имеет один основной пик и три малых. В основном значения показателя расположены в областях кавказской, итальянской пород и породы карника.

Основной пик диаграммы значений данного показателя дочерней семьи охватывает те же области, что и диаграмма материнской семьи, но имеется малый пик в области отрицательных значений, что характерно для тёмной европейской или среднерусской породы.

В качестве основного отличия диаграммы показателя дочерней семьи от материнской можно отметить некоторое общее смещение влево, то есть в область отрицательных значений.

Исследованиями установлено, что дискоидальное смещение является рецессивным признаком, кодируемым одним геном. Следовательно, появление новых пиков на диаграмме дочерней семьи может быть связано с наличием данного гена как у матки, так и у трутня.

Распределение значений показателя гантельного индекса рабочих пчёл изучаемых пчелосемей представлено на рисунке 6.

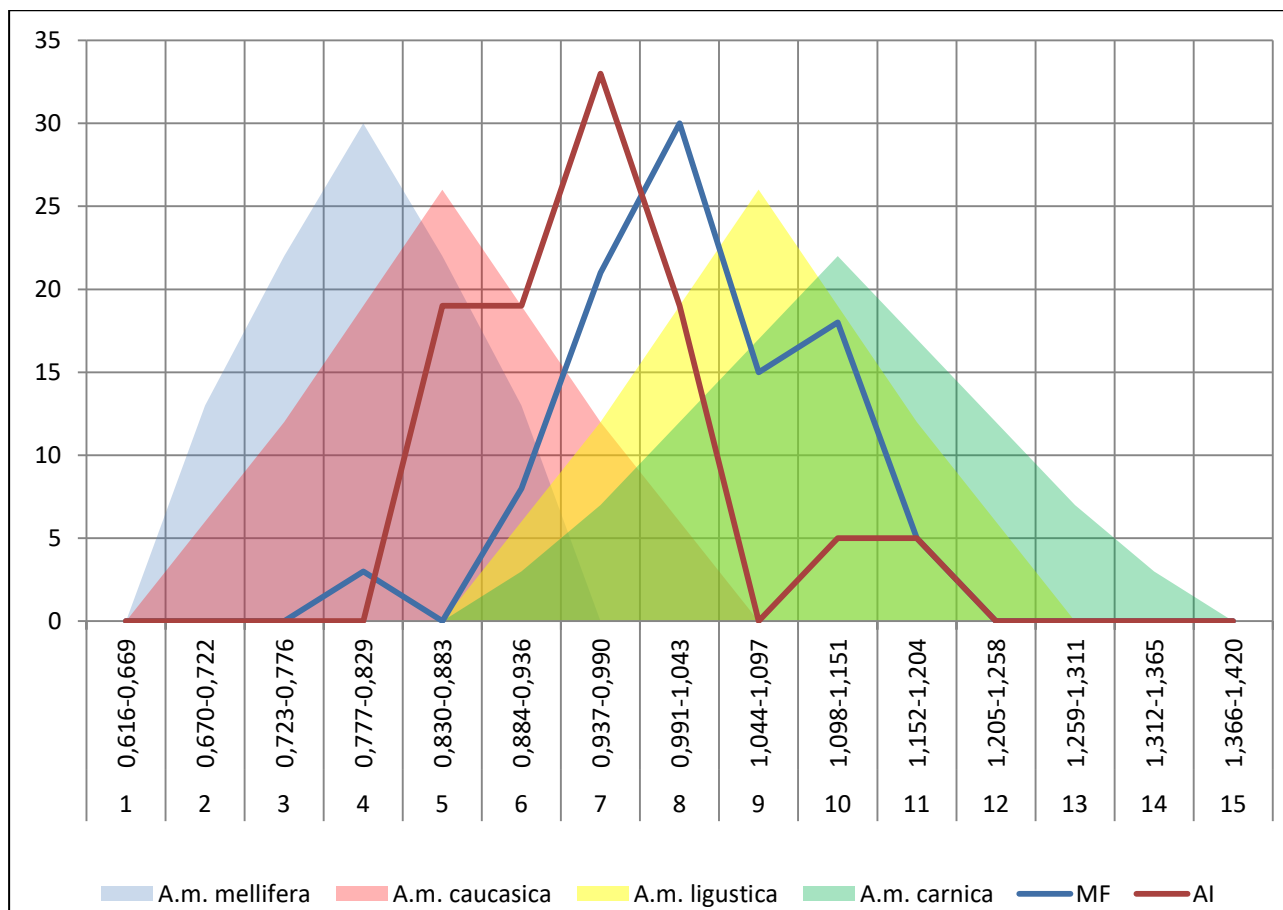


Рисунок 6 – Значения показателя гантельного индекса крыльев рабочих пчёл материнской (MF) и дочерней (AI) пчелосемей

В распределении значений показателя гантельного индекса материнской семьи выделяются три пика – малый пик в области значений тёмной европейской породы, малый пик в области значений карники. Основной пик находится вне областей значений какой-либо породы пчёл.

На диаграмме показателя гантельного индекса дочерней семьи выделяются два малых пика, которые можно отнести к областям значений кавказской породы и карники, а также основной пик, находящийся вне областей значений изучаемых пород пчёл. Пик в области значений показателя гантельного индекса тёмной европейской породы отсутствует.

Как и кубитальный индекс, гантельный индекс считается полигенным количественным признаком и может иметь промежуточное значение между индексами отца и матери. То, что основной пик данного показателя рабочих пчёл как материнской, так и дочерней семьи лежит вне области значений какой-либо породы может свидетельствовать о перераспределении генетического материала между хромосомами в процессе образования половых клеток, что может быть предпосылкой для формирования новых линий или пород пчёл.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, можно заключить, что у рабочих пчёл, произведённых маткой, осеменённой родственными трутнями, морфометрические показатели крыльев претерпевают некоторые изменения. Однако, из-за генетического разнообразия исходного материала выявить какие-либо закономерности в наследовании данных признаков крайне проблематично. Насколько они стабилизируются в результате инбридинга может показать только дальнейшее инбредное скрещивание маток F2, F3 и т.д. И, конечно же, целесообразность данного метода следует определять после оценки хозяйственно-полезных качеств пчелосемей, сформированных с использованием инбредных маток. Ибо, как говорят профессиональные пчеловоды, мёд носят не индексы, а, всё-таки, пчёлы.

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Выводы

1. В результате комплекса мероприятий по инструментальному осеменению пчелиной матки спермой родственных трутней были получены рабочие пчёлы, гарантированно происходящие именно от этой матки в количестве, достаточном для проведения морфометрических исследований.

2. По результатам расчётов можно заключить, что материнская семья является помесной. Преобладающей расой (породой) является итальянская (*Apis mellifera Ligustica*) – 71,7 %; 65,2 % рабочих пчёл этой семьи могут быть отнесены к расе карника (*Apis mellifera Carnica*); 23,9 % - к кавказской породе (*Apis mellifera Caucasica*); и 2,2 % - к тёмной европейской или среднерусской расе (*Apis mellifera Mellifera*).

3. Дочерняя семья также является помесной. В результате близкородственного скрещивания доля пчёл итальянской расы снизилась, до 47,6 % (в 1,5 раза), доля пчёл расы карника снизилась до 38,1 % (в 1,7 раза), доля пчёл кавказской расы почти не изменилась – увеличилась до 28,6% (в 1,2 раза), а доля среднерусской расы увеличилась до 4,8 % (в 2,2 раза).

4. Доля пчёл, породную принадлежность которых программа установить не смогла, увеличилось в дочерней семье в 3,1 раза, по сравнению с материнской, с 10,9 до 33,3 %.

Предложение

Продолжить селекционно-племенную работу в условиях экспериментальной пасеки ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ с использованием метода инструментального осеменения пчелиных маток и обязательной оценкой полученных генетических вариантов по хозяйственно-полезным показателям.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кашковский, В. Г. Инбридинг в пчеловодстве и племенная работа / В. Г. Кашковский // Инновации и продовольственная безопасность. – 2022. – № 4(38). – С. 87-99. – DOI 10.31677/2311-0651-2022-38-4-87-99. – EDN NMNTWO.
2. Колбина, Л.М. Компьютерные программы для изучения морфометрии крыла/ Л.М. Колбина, С.Н. Непейвода // Пчеловодство. – 2004. – №6. – С. – 18–19.
3. Комлацкий, В. И. Инструментальное осеменение как элемент инновационного развития пчеловодства / В. И. Комлацкий // Развитие промышленного пчеловодства в России и мире : Материалы Научно-практической конференции, Кемерово, 18 ноября 2016 года / под общ. ред. М.П. Кирсанова ; Ижмулкиной Е.А.. – Кемерово: ФГБОУ ВО "Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)", 2016. – С. 64-66. – EDN XEYUBR.
4. Племенная работа в пчеловодстве: метод. указания / Рос. акад. с.-х. наук; [Подгот. Л. В. Милованов и др.]. - Москва : РАСХН, 1993. - 48 с.
5. Руттнер, Ф. Техника разведения и селекционный отбор пчел: практическое руководство /Фридрих Руттнер; пер. с нем. – 7-е изд., перераб. – Москва: АСТ:Астрель, 2006. - 166 с.
6. Стабилизация желаемой генетической основы медоносных пчел / М. К. Чугреев, Т. Т. Тормосина, А. И. Петров // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 4. – С. 67-68. – EDN NTLFOR.
7. Херольд, Эдмунд. Новый курс пчеловодства: основы теоретических и практических знаний / Эдмунд Херольд, Карл Вайс; пер. с нем. М. Беяева. -10-е перераб. изд. - Москва: АСТ: Астрель, 2007.- 367 с.: ил.
8. Этапы освоения и перспективы использования инструментального осеменения пчелиных маток в России / А. В. Бородачев, К. В. Богомолов, Л. Н. Савушкина, В. А. Бородачев // Современные проблемы пчеловодства и апитерапии : Материалы Международной научно-практической конференции, Рыбное, 18 декабря 2020 года / Под редакцией А.З. Брандорф [и др.]. – Рыбное: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный центр пчеловодства", 2021. – С. 58-75. – DOI 10.51759/pchel_api_2021_58. – EDN VBQJXY.

ПРИЛОЖЕНИЯ

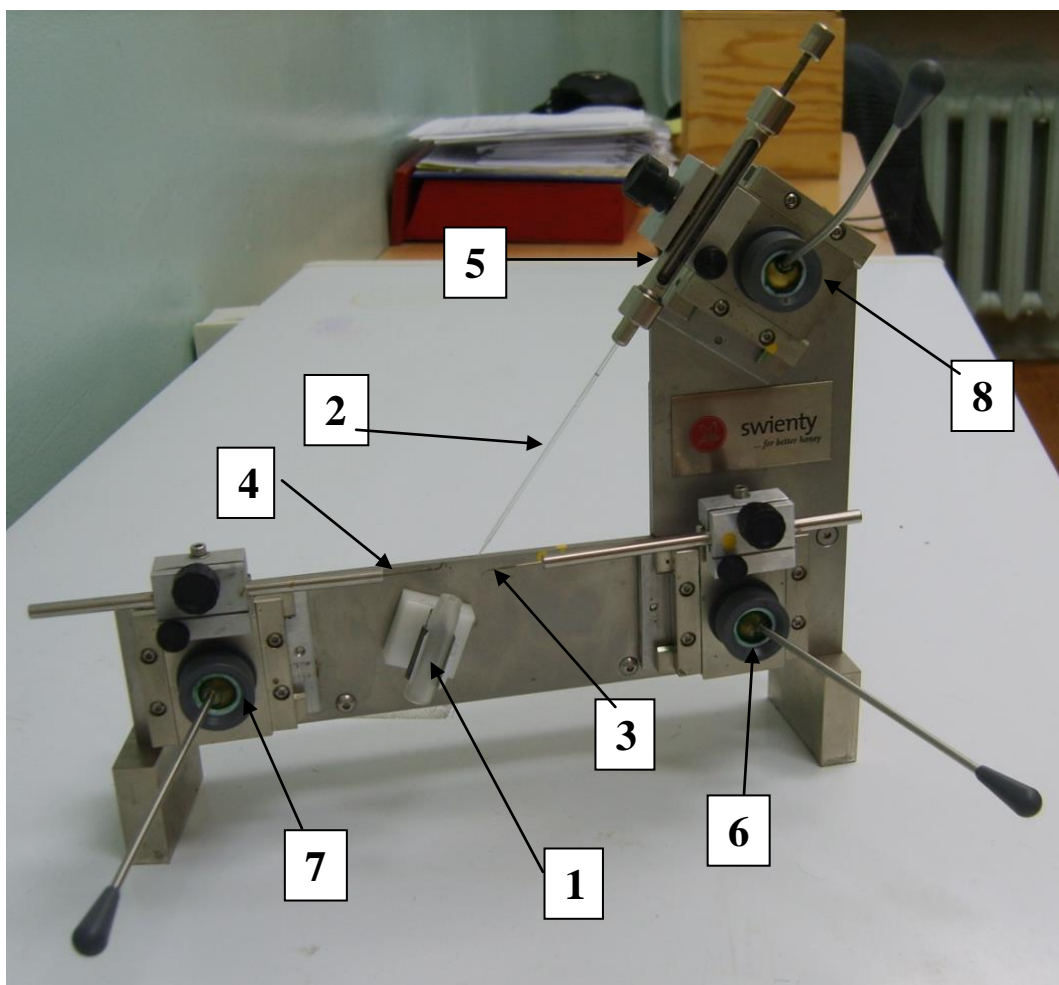
Морфометрические показатели рабочих пчёл материнской семьи

№ п/п	Кубитальный индекс	Дискоидальное смещение, град.	Гантельный индекс
1	2,49	4,00	0,971
2	2,81	3,94	1,132
3	2,87	2,06	0,991
4	1,99	2,51	1,038
5	2,70	4,49	1,040
6	2,36	2,13	0,971
7	2,03	6,62	1,015
8	2,28	4,42	0,975
9	2,69	3,45	0,909
10	2,03	4,68	0,991
11	2,50	3,56	1,145
12	2,12	-1,15	1,074
13	2,59	3,98	1,031
14	2,20	2,11	1,102
15	2,55	1,65	0,937
16	3,08	3,04	0,926
17	2,31	3,07	0,983
18	2,59	1,58	0,941
19	2,82	2,25	0,985
20	2,60	3,06	1,043
21	2,70	3,72	0,965
22	2,12	3,35	1,102
23	2,59	4,16	1,054
24	2,82	3,32	1,130
25	2,87	6,14	0,960
26	2,59	5,86	1,155
27	2,07	4,23	1,101
28	2,12	4,22	1,053
29	1,61	3,35	1,046
30	2,43	3,92	1,166
31	2,36	5,38	1,000
32	2,03	2,78	0,992
33	2,44	1,56	1,008
34	2,47	4,35	1,009
35	1,95	-0,47	0,824
36	2,01	1,33	1,104
37	1,94	1,88	0,893
38	2,34	2,72	1,079
39	2,77	3,40	1,059
40	2,44	2,07	1,003
41	1,77	1,74	0,973
42	2,11	1,33	0,935
43	1,79	1,28	0,963

44	2,53	3,63	1,002
45	2,26	6,15	1,074
46	3,08	3,35	1,088

Приложение 2
Морфометрические показатели крыльев пчёл дочерней семьи

№ п/п	Кубитальный индекс	Дискоидальное смещение, град.	Гантельный индекс
1	2,731	3,289	1,018
2	2,888	2,446	0,971
3	2,132	1,520	0,958
4	2,892	3,306	1,024
5	2,107	-0,045	0,965
6	2,295	0,517	0,880
7	2,349	2,925	0,867
8	2,227	1,856	0,884
9	2,062	4,524	0,970
10	2,143	2,881	0,832
11	3,106	3,173	1,109
12	2,855	2,396	1,036
13	2,569	3,610	1,172
14	1,630	2,219	0,987
15	1,976	-2,882	0,921
16	2,300	1,607	0,951
17	1,618	5,278	0,879
18	2,864	4,131	0,899
19	1,932	4,682	0,900
20	1,828	5,902	0,951
21	2,496	2,559	1,006



Приложение 3 – Станок для инструментального осеменения пчелиных маток

- 1 – Трубчатый держатель
- 2 – Капилляр
- 3 – Жальный крючок
- 4 – Крючок для брюшного щитка
- 5 – Шприц
- 6,7,8 – Джойстиковые механизмы манипуляторов

РЕЦЕНЗИЯ

на исследовательскую работу «Морфометрия рабочих пчёл при инбридинге» ученицы 10 класса МБОУ СОШ «Гимназия №53 г. Пензы Салитовой Анисьи Артёмовны

Научно-исследовательская работа Анисьи Салитовой выполнялась в рамках мероприятий по выведению линии медоносных пчёл, адаптированных к природно-климатическим условиям Пензенской области. Традиционным приёмом, способствующим сохранению и «закреплению» в популяции пчёл определённых хозяйственно-полезных признаков, является инбридинг. Из-за физиологических особенностей процесса размножения медоносных пчёл контролируемое спаривание между неплодными матками и трутнями в настоящих условиях возможно только при помощи технологии инструментального осеменения. Полученное потомство оценивается как по морфометрическим, так и по хозяйственно-полезным показателям.

Измерение морфологических параметров рабочих особей медоносных пчёл возможно уже через относительно небольшой промежуток времени (начиная с 21-го дня после начала откладки яиц осеменённой маткой), тогда как продуктивные качества могут быть оценены не ранее следующего сезона.

Задачами Анисьи Артёмовны были приготовление препаратов крыльев, измерение показателей, обработка и интерпретация результатов измерений.

Кроме того, в процессе выполнения работы Анисья ознакомилась с технологией искусственного вывода маток и трутней, инструментального осеменения пчелиных маток.

Работа выполнена на 14 листах текста компьютерной вёрстки, состоит из введения, двух глав, заключения, выводов. Список цитируемой литературы, включает 8 источников, приложения. Работа проиллюстрирована тремя таблицами и шестью рисунками (диаграммами). Первичный материал размещен в приложении.

В обзоре литературы представлен в краткой форме материал о значении инбридинга в размножении пчёл, изложена краткая история развития инструментального осеменения пчелиных маток, приведены характеристики основных морфометрических показателей пчёл.

В экспериментальной части описаны методы получения племенного материала и технология инструментального осеменения пчелиных маток.

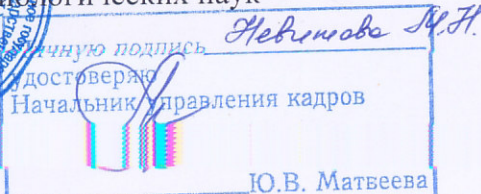
Полученные результаты описаны, статистически обработаны и интерпретированы.

Материал в работе изложен чётко, грамотно, логично и доказательно. Выводы обоснованы, вытекают из результатов собственных исследований автора, соответствуют целям и задачам работы.

Данная работа соответствует требованиям, предъявляемым к содержанию и оформлению научных работ школьников, и может быть рекомендована для представления на научно-практической конференции.

Доцент кафедры

биологические технологии
ветеринарно-санитарная экспертиза
ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ,
кандидат биологических наук



М. Н. Невитов