**КОРРЕЛЯЦИЯ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
И ПРОДУКТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ**

*М. Н. Невитов, канд. биол. наук, доцент; А. В. Остапчук, канд. биол. наук, доцент;
Л. Л. Ошкина, канд. с.-х. наук, доцент*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Пензенский государственный аграрный университет»,
Россия, г. Пенза, тел. 8(8412) 62-81-51, veterinaria@pgau.ru

В статье анализируется взаимосвязь морфометрических показателей крыльев медоносных пчёл и их продуктивных показателей. С помощью методов вариационной статистики показано, что кубитальный индекс определяет, в основном, принадлежность пчёл к определённой породной группе и не коррелирует с показателями продуктивности. Показатель дискоидального смещения имеет высокую степень корреляции с медовой продуктивностью у пчелосемей, имеющих родоначальницей чистопородную матку ($r = 0,83$; $p < 0,05$). По мере метизации данная зависимость снижается и полностью отсутствует у пчёл, имеющих родоначальницами маток второй или неизвестной генерации на фоне снижения медовой продуктивности.

Ключевые слова: пчеловодство, морфометрия, кубитальный индекс, дискоидальное смещение, медовая продуктивность, корреляция.

Введение

Прогнозирование продуктивных показателей по внешним, легко определяемым признакам медоносных пчёл является, вероятно, одной из самых труднорешаемых задач в селекционной работе пчеловодства. Привлекательным подходом для прогнозирования продуктивности пчелосемей является определение морфометрических показателей. Однако, до сих пор не было выявлено экстерьерного признака, коррелирующего с хозяйственно-полезными качествами пчёл [1-5, 18]. По мнению Э. Харольда и К. Вайса, продуктивность является слишком комплексным понятием, чтобы определяться с помощью простого теста [14].

В последнее время появилось специальное программное обеспечение, позволяющее с меньшими затратами труда и времени и с большей точностью исследовать морфологические особенности медоносных пчёл, что, возможно, позволит выявить зависимость экстерьера пчёл и их продуктивных качеств [6, 8, 19].

Целью нашего исследования является выявление количественной зависимости морфометрических показателей крыльев медоносных пчёл и их медовой продуктивности.

Задачи:

- определить основные морфологические параметры крыльев пчёл семей пасеки с помощью компьютерной программы «CBeeWing»;

- с помощью методов вариационной статистики провести обработку полученных данных и сопоставить их с показателями медовой продуктивности пчелосемей [7, 9, 10].

Методы и материалы

Исследования проводились в течение активного периода жизнедеятельности пчелосемей в условиях экспериментальной пасеки ФГБОУ Пензенский ГАУ. Пасека располагается в лесной зоне, насчитывает 20 основных пчелосемей. Преобладающая порода пчёл – карпатская. Из двадцати пчелосемей пять имели чистопородных маток (F0), 11 – дочерних маток (F1), одна семья – матку второй генерации (F2) и три семьи – маток неизвестного происхождения, выведенных пчёлами путём тихой смены (Fx).

Морфометрический анализ проводился согласно методике ГНУ НИИ Пчеловодства и инструкции по использованию программы «CBeeWing» [9, 10, 19]. Для анализа были отобраны пробы рабочих пчёл от 20 семей, по 30-40 пчёл от каждой. Материалом для исследования служило переднее правое крыло каждой пчелы. Анализировали: кубитальный индекс и дискоидальное смещение.

Принадлежность семей пчёл к той или иной генеральной совокупности определялась при помощи критерия χ^2 (пакет анализа «MS Excel»). После определения принадлежности пчелосемьи к той или иной группе по морфометрическим параметрам

Морфометрические и продуктивные показатели выделенных групп пчелосемей по отношению к средним показателям всей выборки, %

изучалась взаимосвязь последних с продуктивными показателями с использованием коэффициента корреляции Спирмана программы «Statistica 6» [12, 17].

Результаты

Значение кубитального индекса у проанализированных пчёл находилось в пределах 2,0-3,0, а значение показателя дискоидального смещения у изученных пчелосемей колебалось в пределах от -0,13 до +5,44. Таким образом, 19 из 20 семей пчёл по значениям кубитального индекса и дискоидального смещения программой CBee Wing были отнесены к расе *Apis mellifera carnica*.

Для выявления взаимосвязей морфометрических и продуктивных показателей семьи пчёл были объединены в несколько групп, однородных по морфометрическим показателям. Для этой операции использовался χ^2 -тест. По кубитальному индексу, согласно этому тесту, все изучаемые пчелосемьи принадлежат к одной генеральной совокупности, то есть могут быть объединены в одну группу.

По показателю дискоидального смещения можно выделить четыре группы пчело-

семей. Некоторые семьи могут быть отнесены одновременно к двум или трём группам, что свидетельствует о разнородности пчёл, использовавшихся для морфометрического анализа.

Средние значения морфометрических и продуктивных показателей этих групп приведены (табл. 1).

К первой группе были отнесены девять пчелосемей. Средняя медовая продуктивность семей этой группы на 0,77 кг, количество рамок с расплодом на 0,74, а сила семьи – на 1,3 улочки выше, чем средний показатель двадцати изучаемых семей. Матки пчелосемей этой группы, в основном, относятся к генерациям F0 и F1.

Ко второй группе были отнесены также девять семей пчёл. Медовая продуктивность пчелосемей данной группы на 1,52 кг выше, количество рамок с расплодом – на 0,99, а сила семей – на 0,28 улочек выше, чем средние показатели по всей выборке. Матки пчелосемей этой группы относятся к генерациям F0, F1.

К третьей группе были отнесены семь пчелосемей. Среднее значение показателя медовой продуктивности у семей этой груп-

Таблица 1

Морфометрические и продуктивные показатели семей разных групп

Группа	Кубитальный индекс	Дискоидальное смещение	Медовая продуктивность, кг	Расплод, рамок*	Сила семьи, улочек*
1, n = 9	2,47	4,13	52,76	4,63	9,38
2, n = 9	2,45	4,55	52,72	4,89	8,78
3, n = 7	2,31	2,74	43,19	3,71	7,29
4, n = 5	2,53	4,86	54,12	4,60	8,20

* Показатели определялись во время осенней ревизии

Коэффициент корреляции морфометрических и продуктивных показателей

Показатель	Медовая продуктивность, кг			
	1 группа	2 группа	3 группа	4 группа
Кубитальный индекс	0,40	0,39	0,07	0,60
Дискоидальное смещение	0,70	0,67	0,41	0,83
Расплод, рамок	0,21	0,30	-0,17	0,70
Сила семьи, улочек	0,74	0,68	0,40	0,88

пы на 8,01 кг ниже, среднее количество рамок с расплодом на момент осенней ревизии – на 0,19 меньше, а среднее количество улочек, занятых пчёлами – на 1,21 меньше, чем в среднем по всей выборке. Матки данных семей относятся к генерации F1 или их возраст и происхождение неизвестны (Fх).

При формировании четвертой группы учитывалось не только значение критерия χ^2 , но и генерация матки. В эту группу были включены пять пчелосемей с матками F0. Средняя медовая продуктивность у семей четвертой группы – на 2,92 кг выше, среднее количество рамок с расплодом – на 0,7 больше, а сила семьи – на 0,3 улочки меньше, чем средние показатели по всей выборке.

Три пчелосемьи по тесту χ^2 не были отнесены к какой-либо группе.

Относительные значения морфометрических и продуктивных показателей выделенных групп пчелосемей приведены на рисунке.

Следует отметить, что наивысшие значения кубитального индекса и дискоидального смещения наблюдались у семей пчёл четвертой группы. Эта же группа отличалась наиболее высокой медовой продуктивностью.

Самые низкие значения кубитального индекса и дискоидального смещения отмечены в третьей группе. Эта группа отличалась и низкой медовой продуктивностью. Группы пчелосемей 1 и 2 занимали промежуточное положение по всем показателям.

Результаты корреляционного анализа представлены в таблице 2.

*корреляция достоверна, $p < 0,05$.

Корреляционный анализ выявил достоверную высокую взаимозависимость у пчелосемей первой, второй и четвертой групп между медовой продуктивностью и такими показателями, как дискоидальное смещение и сила семьи.

Наиболее выраженная корреляционная зависимость отмечена в четвертой

группе. Поскольку данные семьи происходят от маток, поступивших из пчелопитомников, то могут считаться чистопородными. Корреляционная зависимость между медовой продуктивностью и дискоидальным смещением и силой семьи снижается по мере появления в группах семей пчёл, происходящих от маток F1. В данных условиях матки F1 и пчёлы, от них происходящие, не могут считаться чистопородными, так как в их оплодотворении участвуют трутни неизвестного происхождения.

В третьей группе, состоящей из помесных семей, происходящих от маток F1, F2 и маток неизвестного возраста и происхождения, не наблюдается зависимости между продуктивными и морфометрическими показателями.

Достоверной корреляционной зависимости между медовой продуктивностью и кубитальным индексом, а также количеством расплода в осенний период выявлено не было ни в одной из групп пчелосемей.

Заключение

С помощью методов вариационной статистики по показателю кубитального индекса все двадцать пчелосемей могут быть отнесены к одной генеральной совокупности, а по показателю дискоидального смещения могут быть разделены на четыре группы, в зависимости от степени метизации [11, 13].

Кубитальный индекс определяет, в основном, принадлежность пчёл к определённой породной группе и не коррелирует с показателями продуктивности.

Показатель дискоидального смещения имеет высокую степень корреляции с медовой продуктивностью у пчелосемей, имеющих родоначальницей чистопородную матку ($r = 0,83$; $p < 0,05$). По мере метизации данная зависимость снижается и полностью отсутствует у пчёл, имеющих родоначальницами маток второй или неизвестной генерации на фоне снижения медовой продуктивности [15, 16, 20].

Литература

1. Белявский В. И. Яшин В. А., Муньков А. Н. Использование сканера при морфометрии экстерьера пчелы. Материалы всероссийской научно-практической конференции. Казань, 2006, с. 181-182.

2. Березин А. С. Методы морфометрии в определении породной принадлежности медоносных пчёл. Биомика, т. 11, № 2, 2019, с. 167-189.
3. Билаш Г. Д., Желтякова В. П. К методике изучения экстерьерных признаков пчел. Москва, 1966, 12 с.
4. Васильев А. Г., Васильева И. А., Шкурихин А. О. Геометрическая морфометрия: от теории к практике: монография. Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2018, 471 с.
5. Гайдар В. А. Морфоэтологический стандарт карпатских пчёл. Пчеловодство, 2004, № 6, с. 14-16.
6. Колбина, Л. М., Непейвода С. Н. Компьютерные программы для изучения морфометрии крыла. Пчеловодство, 2004, № 6, с. 18-19.
7. Крюков А. М. Вариационная статистика в животноводстве. Пенза: РИО ПГСХА, 2001, 193 с.
8. Крутов Н. С., Мунгин В. В. Повышение продуктивности семей пчёл в республике Мордовия. Пчеловодство, 2019, № 3, с. 19-21.
9. Лакин Г. Ф. Биометрия. Москва: Высшая школа, 1980, 293 с.
10. Лебедько Е. Я. Биометрия в MS Excel. Москва: Лань, 2018, 593 с.
11. Муньков А. Н., Михайлова Р. И., Анисина О. С. Мониторинговые исследования пчёл пчелиных семей племенного ядра на пасеке ООО «Сабинский мёд» Сабинского района республики Татарстан. Учёные записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины имени Н. Э. Баумана, т. 233, № 3, 2015, с. 129-130.
12. Плохинский Н. А. Биометрия. Москва: Издательство МГУ, 1977, 368 с.
13. Руттнер Ф. Техника разведения и селекционный отбор пчел. Москва: АСТ: Астрель, 2006, 166 с.
14. Харольд Э., Вайс К. Новый курс пчеловодства. Основы теоретических и практических знаний. Москва: АСТ, Астрель, 2007, 368 с.
15. Черевко Ю. А., Бойценюк Л. И., Верещака И. Ю. Пчеловодство. Москва: КолосС, 2008, 384 с.
16. Чернышева Л. Р. Сравнение непараметрических критериев проверки гипотез. Современные тенденции в науке и образовании: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. – Ижевск: ООО «Ар-Консалт», 2014, с. 100-101.
17. Яковлев В. Б. Биометрическая обработка экспериментальных данных: монография. Москва: Нобель Пресс, 2014, 376 с.
18. De Souza D. A. et. al. Morphometric identification of queens, workers and intermediates in vitro reared honey bees (*Apis mellifera*), 2015, 14 p.
19. Nawrocka A., Kandemir I., Fuchs S., Tofilski A. Computer software for identification of honey bee subspecies and evolutionary lineages. Apidologie, 2018, № 49.
20. Ruttner F., Milner E., Dews J. E. The dark European honeybee *Apis mellifera mellifera* Linnaeus 1758. UK, British Isles Bee Breeders' Association, 1990, 52 p.

UDC 638.123

DOI 10.36461/NP.2020.2.55.015

CORRELATION OF MORPHOMETRIC AND PRODUCTIVE INDICATORS OF BEE FAMILIES

*M. N. Nevitov, Candidate of Biological Sciences, assistant-professor;
A. V. Ostapchuk, Candidate of Biological Sciences, assistant-professor;
L. L. Oshkina, Candidate of Agricultural Sciences, assistant-professor*

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Penza State Agrarian University», Russia, Penza, phone 8(8412) 62-81-51, veterinaria@pgau.ru

The article analyzes the relationship between the morphometric parameters of the wings of honey bees and their productive parameters. Using the methods of variation statistics, it was shown that the cubital index mainly determines the belonging of bees to a certain breed group and does not correlate with productivity indicators. The discoidal displacement index has a high degree of correlation with honey productivity in bee colonies with a purebred queen ($r = 0.83$; $p < 0.05$). As the cross-breeding progresses, this dependence decreases and is completely absent in bees that have queen bees of the second or unknown generation against the background of a decrease in honey productivity.

Keywords: beekeeping, morphometry, cubital index, discoidal displacement, honey productivity, correlation.

References:

1. Belyavsky V. I. Yashin V. A., Munkov A. N. The usage of a scanner for morphometry of the bee's exterior. Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference. Kazan, 2006, p. 181-182.
2. Berezin A. S. Methods of morphometry in determining the breed belonging of honey bees. *Biomics*, vol. 11, № 2, 2019, p. 167-189.
3. Bilash G. D., Zheltyakova V. P. On the method of studying the exterior signs of bees. Moscow, 1966, 12 p.
4. Vasiliev A. G., Vasilieva I. A., Shkurikhin A. O. Geometric morphometry: from theory to practice: monograph. Moscow: Partnership of scientific publications KMK, 2018, 471 p.
5. Gaidar V. A. Morpho-ethological standard of the Carpathian bees. *Beekeeping*, 2004, № 6, p. 14-16.
6. Kolbina, L. M., Nepeyvoda S. N. Computer programs for studying wing morphometry. *Beekeeping*, 2004, № 6, p. 18-19.
7. Kryukov A. M. Variational statistics in animal husbandry. Penza: RIO PSAA, 2001, 193 p.
8. Krutov N. S., Mungin V. V. Increasing the productivity of bee colonies in the Republic of Mordovia. *Beekeeping*, 2019, № 3, p. 19-21.
9. Lakin G. F. Biometrics. Moscow: Higher School, 1980, 293 p.
10. Lebedko E. Ya. Biometrics in MS Excel. Moscow: Lan, 2018, 593 p.
11. Munkov A. N., Mikhailova R. I., Anisina O. S. Monitoring studies of bees of bee colonies of the breeding nucleus in the apiary of OOO "Sabinsky Myod" of the Sabinsky region of the Republic of Tatarstan. *Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman*, v. 233, № 3, 2015, p. 129-130.
12. Plokhinsky N. A. Biometrics. Moscow: Moscow State University Publishing House, 1977, 368 p.
13. Ruttner F. Technique of breeding and selection of bees. Moscow: ACT: Astrel, 2006, 166 p.
14. Harold E., Weis K. New course of beekeeping. Fundamentals of theoretical and practical knowledge. Moscow: AST, Astrel, 2007, 368 p.
15. Cherevko Yu. A., Boytsenyuk L. I., Vereshchaka I. Yu. *Beekeeping*. Moscow: KolosS, 2008, 384 p.
16. Chernysheva L. R. Comparison of nonparametric tests for hypothesis testing. Modern trends in science and education: a collection of scientific papers based on the materials of the International Scientific and Practical Conference. - Izhevsk: OOO Ar-Consult, 2014, p. 100-101.
17. Yakovlev V. B. Biometric processing of experimental data: monograph. Moscow: Nobel Press, 2014, 376 p.
18. De Souza D. A. et. al. Morphometric identification of queens, workers and intermediates in vitro reared honey bees (*Apis mellifera*), 2015, 14 p.
19. Nawrocka A., Kandemir I., Fuchs S., Tofilski A. Computer software for identification of honey bee subspecies and evolutionary lineages. *Apidologie*, 2018, № 49.
20. Ruttner F., Milner E., Dews J. E. The dark European honeybee *Apis mellifera mellifera* Linnaeus 1758. UK, British Isles Bee Breeders' Association, 1990, 52 p.