

ИЗМЕНЕНИЕ ЭКСТЕРЬЕРНЫХ ПРИЗНАКОВ МЕДОНОСНЫХ ПЧЕЛ В ТЕЧЕНИЕ СЕЗОНА

✉ Березин А.С.

Федеральный научный центр пчеловодства

Рязанская область, г. Рыбное, Россия

✉ e-mail: mellifera@yandex.ru

Изучены экстерьерные признаки медоносных пчел, используемые для определения породной принадлежности в селекционной работе. Отмечено, что изменение экстерьерных признаков обусловлено различными факторами (географическими, межпородными, внутрисемейными и др.). Опыт проведен на пасеке, расположенной в Рязанской области, в 2021 г. Пробы молодых пчел в течение сезона получали с использованием рамочного изолятора. Препарирование и измерение отдельных частей хитинового скелета пчел провели по принятой методике измерения экстерьерных признаков с использованием программного обеспечения, которое позволяет проводить измерение по изображению объекта. По каждой пчелиной семье в отдельности рассчитаны средняя и ее стандартная ошибка. На основе полученных средних рассчитаны непараметрические критерии для множественных сравнений (Фридмана и Крускала-Уоллиса) с использованием программного обеспечения Statistica 13.0. Анализ полученных средних показал, что экстерьерные признаки изменялись в незначительной степени в течение сезона, но это изменение было меньше, чем изменчивость между особями одной пробы. Проведенное сравнение полученных средних с помощью непараметрических критериев в большинстве случаев показало незначительные различия между пробами, отобранными от одной пчелиной семьи в течение сезона. Только в трех случаях отмечены достоверные различия. Изменение экстерьерных признаков в течение сезона незначительно и связано оно с неравномерным смешиванием спермы трутней в половых путях пчелиной матки. Причем, чем больше эта неравномерность смешивания, тем больше различия. Рекомендуется проводить гомогенизацию спермы трутней при использовании инструментального осеменения.

Ключевые слова: полиандрия, пчела медоносная, изменчивость, экстерьер, *Apis mellifera*, Altami Studio

CHANGES IN THE EXTERIOR FEATURES OF HONEY BEES DURING THE SEASON

✉ Berezin A.S.

Federal Beekeeping Research Centre

Rybnoe, Ryazan region, Russia

✉ e-mail: mellifera@yandex.ru

The exterior traits of honey bees used to determine breed affiliation in breeding work were studied. It has been noted that changes in exterior traits are caused by various factors (geographic, interbreeding, intrafamily, etc.). The experiment was conducted on an apiary located in the Ryazan region in 2021. Young bees were sampled during the season using a frame isolator. Individual parts of the chitinous skeleton of bees were dissected and measured according to the accepted method of measuring exterior features using software that allows to measure from the image of the object. The average and its standard error were calculated for each bee family separately. Non-parametric tests for multiple comparisons (Friedman and Kruskal-Wallis) were calculated using Statistica 13.0 software. Analysis of the obtained averages showed that the exterior traits change to a small extent during the season, but this change was less than the variability between the individuals of the same sample. Comparison of the averages obtained using non-parametric tests in most cases showed insignificant differences between the samples taken from the same bee family during the season. Only three cases showed significant differences. The change in exterior traits during the season is insignificant, and it is associated with the uneven mixing of drone bees' sperm in the genital tracts of the queen bee. Moreover, the greater this unevenness of mixing, the greater the differences. It is recommended to homogenize the sperm of drones when using instrumental insemination.

Keywords: polyandry, honey bee, variability, exterior, *Apis mellifera*, Altami Studio

Для цитирования: Березин А.С. Изменение экстерьерных признаков медоносных пчел в течение сезона // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 2. С. 94–100. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-2-12>

For citation: Berezin A.S. Changes in the exterior features of honey bees during the season. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2023, vol. 53, no. 2, pp. 94–100. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-2-12>

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

Благодарность

Работа выполнена по теме государственного задания Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пчеловодства» (ФГБНУ ФНЦ пчеловодства) № 0642-2019-0002.

Acknowledgments

The work was carried out on the topic of the state task of the Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Beekeeping Research Centre» (FSBSI "FBRC") № 0642-2019-0002.

ВВЕДЕНИЕ

Морфометрические признаки формируются под влиянием взаимодействия генотипа и среды. Вид пчела медоносная (*Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae)) распространен на большей части поверхности суши Земли. Его экстерьерные признаки, используемые в том числе для определения их породной (расовой) принадлежности, подвержены изменчивости (географической, сезонной и т.д.)¹ [1].

В настоящее время в литературе представлены различные данные по вопросу сезонной изменчивости экстерьера пчел. К географической можно отнести изменчивость, связанную с изменением высоты обитания над уровнем моря. Так, S. Radloff et al.², используя многомерный анализ морфометрических признаков рабочих пчел из естественных популяций, разделили их на три группы по высоте обитания над уровнем моря. A.R.S. Sousa et al. [2] показали, что семьи африканизированных пчел из нескольких районов Бразилии имели выраженные морфометрические отличия, а размер тела изменялся в зависимости от высоты.

Начало изучения сезонной изменчивости пчел положил еще А.С. Михайлов³, проана-

лизировав несколько поколений, полученных от одной матки за один сезон, по ряду признаков. А.Л. Дулькин и Г.Ф. Трескова⁴ определили, что длина крыла, ширина крыла и длина третьего тергита у уральской пчелы были наибольшими весной, а длина хоботка – в середине лета. И.Д. Мумладзе⁵ показал, что у популяций серых горных кавказских пчел линейные размеры большинства признаков уменьшаются к осени. Другие авторы считают, что к концу сезона признаки, наоборот, увеличиваются. Так, Н.И. Кривцов⁶ указывает, что значения экстерьерных признаков пчел осенью у среднерусской породы достоверно больше, чем летом. Е.Д. Бозина⁷ при сравнении проб, отобранных от пчелиных семей четырех пород в мае и сентябре, установила, что в основном длина хоботка осеннего поколения длиннее, чем у весеннего, но есть исключения. Данные исследований по длине и ширине воскового зеркала, размерам крыла в основном подтверждают результаты по изменчивости хоботка. Зарубежными авторами установлено, что экстерьер медоносных пчел, полученных в сухой сезон и в сезон дождей от одной популяции, различается [3].

¹Alpatov W.W. Biometrical studies on variation and races of the honey bee (*Apis mellifera* L.) // The Quarterly review of biology. 1929. Vol. 4. N 1. P. 1–58. DOI: 10.1086/394322.

²Radloff S.E., Hepburn H.R. Honeybees, *Apis mellifera* Linnaeus (Hymenoptera: Apidae), of the Drakensberg Mountains in relation to neighbouring populations // African Entomology. 1999. Vol. 7. N 1. P. 35–41.

³Михайлов А.С. Сезонная изменчивость пчел // Опытная пасека. 1927. № 6. С. 180–183.

⁴Дулькин А.Л., Трескова Г.Ф. Об уральской горно-таежной пчеле // Пчеловодство. 1953. Т. 30. № 4. С. 26–29.

⁵Мумладзе И.Д. Характеристика гурьской популяции пчел // Пчеловодство. 1968. № 2. С. 10–11.

⁶Кривцов Н.И. Сезонная изменчивость среднерусских пчел // Пчеловодство. 1972. № 8. С. 19–20.

⁷Бозина Е.Д. Изменчивость длины хоботка разных групп пчел // Пчеловодство. 1958. № 2. С. 25–28.

A. Janczyk, A. Tofilski [4] установили, что различия между семьями по форме крыла были намного больше, чем сезонные различия, следовательно, влияние сезонности на идентификацию незначительно.

Цель исследования – оценить изменчивость экстерьера пчел внутривидового типа среднерусской породы Приокский в течение сезона и установить возможные ее причины.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Опыт проведен на пасеке, расположенной в г. Рыбное Рязанской области, в 2021 г. Для опыта создана группа из 11 пчелиных семей внутривидового типа среднерусской породы Приокский. К завершению опыта осталось 5 семей, остальные 6 выбыли в течение сезона по причине смены маток.

Для изучения экстерьера отбирали пробы 3–5-суточных пчел⁸. Для этого сот с выходящим расплодом пчел ставили в рамочный изолятор, который затем помещали в гнездо на 24 ч. По истечении 24 ч сот с расплодом доставали, стряхивали пчел на пленку, а сот возвращали в семью. Полученных суточных пчел высыпали в изолятор, давали туда кормовую рамку, затем изолятор ставили в гнездо на срок от 5 до 7 сут. Пробы пчел старались отбирать один раз в 2 нед, но иногда происходило смещение, если планируемая дата попадала на выходные или плохую погоду. На дату 14 июля произведен дополнительный отбор пробы, так как в некоторых пробах предыдущего отбора отмечено мало пчел. Заключительный отбор проб пчел девятой серии сделали непосредственно из семей, не применяя изоляторы (так как в это время уже не было расплода). Дата этого отбора является типичной датой отбора проб пчел для анализа.

Работу по препарированию и измерению экстерьерных признаков выполняли по модифицированной и дополненной методике Алпатов [5]. Для измерения экстерьерных

признаков пчел использовали лицензионное сертифицированное программное обеспечение Altami Studio. Расчет средней (M) и ее стандартной ошибки (m) выполняли в программном обеспечении Microsoft Office Excel, с использованием пакета Анализ данных – Описательная статистика. Расчет непараметрических критериев: критерия Фридмана (Friedman ANOVA) (X_r^2) и критерия Крускал-Уоллиса (Kruskal-Wallis) (H) провели с использованием программного обеспечения Statistica 13.0. Критерий X_r^2 позволяет провести множественное сравнение какого-либо показателя, измеренного по одной выборке несколько раз на протяжении определенного периода времени. Критерий H также позволяет провести множественное сравнение какого-либо показателя, измеренного на нескольких (больше двух) выборках⁹. Данные критерии являются непараметрическими аналогами однофакторному дисперсионному анализу (с повторными измерениями (X_r^2) и измерениями нескольких групп (H)¹⁰). Параллельное использование критериев для независимых и зависимых выборок обосновано тем, что результаты измерений выполнены на разных пробах и их, с одной стороны, можно считать независимыми, с другой стороны, пчелы в разных пробах от одной семьи связаны родством, по меньшей мере, по материнской линии¹¹.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По каждой пробе определены средняя арифметическая (M) и стандартная ошибки (m) для всех измеренных признаков, которые представлены в табл. 1.

Экстерьерные признаки по каждой пчелиной семье незначительно волнообразно изменяются в течение сезона (см. табл. 1). При этом данные изменения не всегда синхронны. Так, в одной пчелиной семье признак может уменьшаться, а в другой, в тот же период времени, – увеличиваться.

⁸Goetze G.K.L. Die Honigbiene in natürlicher und künstlicher Zuchtauslese. Teil II: Beurteilung und züchterische Auslese von Bienenvölkern // Monographien zur angewandten Entomologie. Vol. 20. Hamburg und Berlin: Verlag Paul Parey, 1964. 92 p. DOI: 10.1002/mmnd.19650120110.

⁹Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии. СПб.: ООО Речь, 2000. 350 с.

¹⁰<http://statsoft.ru/home/textbook/default.htm>

¹¹Гублер Е.В., Генкин А.А. Применение непараметрических критериев статистики в медико-биологических исследованиях. Л.: Медицина, 1973. 142 с.

Табл. 1. Изменение экстерьерных признаков пчел ($M \pm m$) в течение сезона
Table 1. Change in the exterior characteristics of bees ($M \pm m$) during the season

№ пче- льной семьи	Дата отбора проб									
	01.06.2021 г.	15.06.2021 г.	06.07.2021 г.	14.07.2021 г.	20.07.2021 г.	03.08.2021 г.	17.08.2021 г.	31.08.2021 г.	14.09.2021 г.	06.10.2021 г.
	<i>Длина хоботка ($n_{\text{пробы}} = 26-30$)</i>									
2	6,61 ± 0,019	6,59 ± 0,020	6,49 ± 0,018	6,59 ± 0,019	6,63 ± 0,012	6,62 ± 0,017	6,56 ± 0,013	6,44 ± 0,020	6,69 ± 0,026	6,58 ± 0,026
15	6,58 ± 0,018	6,62 ± 0,022	6,49 ± 0,019	6,57 ± 0,018	6,54 ± 0,021	6,44 ± 0,013	6,52 ± 0,018	6,52 ± 0,019	6,52 ± 0,032	6,49 ± 0,021
18	6,61 ± 0,023	6,55 ± 0,019	6,52 ± 0,021	—	6,56 ± 0,019	6,51 ± 0,027	6,55 ± 0,019	6,58 ± 0,020	6,59 ± 0,025	6,55 ± 0,019
35	6,57 ± 0,019	6,56 ± 0,022	6,43 ± 0,023	—	6,54 ± 0,021	6,56 ± 0,019	6,52 ± 0,025	6,55 ± 0,017	—	6,55 ± 0,020
40	—	—	6,48 ± 0,027	—	6,58 ± 0,021	6,50 ± 0,018	6,53 ± 0,021	6,50 ± 0,020	6,57 ± 0,019	6,49 ± 0,026
	<i>Условная ширина третьего tergита ($n_{\text{пробы}} = 26-30$)</i>									
2	4,74 ± 0,013	4,75 ± 0,022	4,70 ± 0,014	4,74 ± 0,014	4,82 ± 0,020	4,83 ± 0,018	4,71 ± 0,018	4,77 ± 0,015	4,78 ± 0,021	4,77 ± 0,021
15	4,75 ± 0,026	4,77 ± 0,025	4,91 ± 0,020	4,95 ± 0,022	4,85 ± 0,029	4,75 ± 0,028	4,85 ± 0,027	4,81 ± 0,023	4,90 ± 0,020	4,70 ± 0,027
18	4,66 ± 0,019	4,68 ± 0,012	4,73 ± 0,020	—	4,70 ± 0,017	4,71 ± 0,014	4,77 ± 0,015	4,75 ± 0,013	4,77 ± 0,026	4,73 ± 0,014
35	4,78 ± 0,019	4,76 ± 0,021	4,72 ± 0,024	—	4,83 ± 0,024	4,82 ± 0,022	4,82 ± 0,018	4,81 ± 0,020	—	4,81 ± 0,019
40	—	—	4,58 ± 0,020	—	4,71 ± 0,021	4,73 ± 0,022	4,71 ± 0,021	4,69 ± 0,022	4,78 ± 0,021	4,72 ± 0,018
	<i>Длина правого переднего крыла ($n_{\text{пробы}} = 26-30$)</i>									
2	9,16 ± 0,021	9,20 ± 0,020	9,06 ± 0,021	9,10 ± 0,019	9,21 ± 0,017	9,25 ± 0,018	9,17 ± 0,020	9,16 ± 0,019	9,30 ± 0,026	9,27 ± 0,027
15	9,22 ± 0,020	9,23 ± 0,023	9,20 ± 0,026	9,26 ± 0,022	9,25 ± 0,024	9,14 ± 0,033	9,24 ± 0,027	9,20 ± 0,027	9,27 ± 0,027	9,08 ± 0,023
18	9,11 ± 0,014	9,14 ± 0,018	9,10 ± 0,024	—	9,14 ± 0,019	9,12 ± 0,019	9,15 ± 0,020	9,23 ± 0,020	9,11 ± 0,028	9,16 ± 0,021
35	9,20 ± 0,020	9,07 ± 0,025	9,05 ± 0,022	—	9,24 ± 0,025	9,20 ± 0,021	9,22 ± 0,023	9,18 ± 0,029	—	9,23 ± 0,020
40	—	—	9,16 ± 0,027	—	9,25 ± 0,020	9,22 ± 0,021	9,26 ± 0,018	9,21 ± 0,020	9,33 ± 0,018	9,34 ± 0,021
	<i>Длина отрезка FG медиальной жилки на правом переднем крыле ($n_{\text{пробы}} = 26-30$)</i>									
2	0,24 ± 0,004	0,25 ± 0,005	0,25 ± 0,004	0,25 ± 0,005	0,26 ± 0,005	0,25 ± 0,005	0,24 ± 0,006	0,25 ± 0,004	0,26 ± 0,004	0,27 ± 0,005
15	0,23 ± 0,005	0,24 ± 0,004	0,24 ± 0,005	0,23 ± 0,003	0,23 ± 0,004	0,23 ± 0,005	0,24 ± 0,004	0,23 ± 0,004	0,25 ± 0,003	0,24 ± 0,004
18	0,28 ± 0,005	0,28 ± 0,005	0,27 ± 0,004	—	0,27 ± 0,005	0,27 ± 0,004	0,26 ± 0,003	0,27 ± 0,005	0,25 ± 0,005	0,28 ± 0,005
35	0,26 ± 0,005	0,26 ± 0,004	0,25 ± 0,003	—	0,27 ± 0,003	0,25 ± 0,004	0,24 ± 0,004	0,26 ± 0,003	—	0,26 ± 0,004
40	—	—	0,24 ± 0,005	—	0,25 ± 0,004	0,25 ± 0,004	0,24 ± 0,005	0,25 ± 0,004	0,26 ± 0,004	0,25 ± 0,004

Для выяснения достоверности этих изменений по результатам табл. 1 рассчитаны критерии Фрийдмана (X_r^2) и Крускал-Уоллиса (H) (см. табл. 2). Предложены две противоположные гипотезы, которые проверяли вычислением X_r^2 : нулевая (H_0) и альтернативная (H_1). Гипотеза H_0 свидетельствует, что результаты измерения экстерьерного признака в течение сезона не различаются, т.е. экстерьерный признак в течение сезона значительно не изменяется. В случае, когда расчетное значение X_r^2 превосходит критическое значение (для выбранного уровня значимости и соответствующего числа степеней свободы), то H_0 отклоняется и принимается H_1 (т.е. различия неслучайны). Так как X_r^2 используется для зависимых выборок, и, учитывая то, что в табл. 1 есть пустые ячейки, мы рассчитывали X_r^2 для разного количества семей и разного числа отбора проб.

Критерием H мы проверяли также две гипотезы: H_0 – между пробами от одной пчелиной семьи существуют только случайные

различия по уровню исследуемого признака, и H_1 – между пробами от одной пчелиной семьи существуют неслучайные различия по уровню исследуемого признака.

В связи с тем, что данные критерии при больших выборках (с большим количеством сравниваемых пар) или при большом числе случаев имеют распределение, близкое к X^2 , полученные эмпирические значения этих критериев сопоставляли с критическими значениями X^2 (см. сноску 9). С помощью критерия X_r^2 установлены достоверные различия: в одном случае для признака Длина хоботка и в другом – для признака Длина отрезка FG . Различия по критерию H получились достоверными только для признака Длина хоботка. То, что различия достоверны, т.е. неслучайны только в единичных случаях, свидетельствует в пользу гипотезы о неравномерном смешивании спермы.

Коэффициент конкордации (или согласованности) Кендалла (W) похож на R Спирмена, но в отличие от R показывает зависи-

Табл. 2. Сравнение результатов измерения экстерьерных признаков с помощью непараметрических критериев

Table 2. Comparison of the results of measuring exterior features using non-parametric criteria

C	N	df	Критерий Фрийдмана		Коэффициент согласованности			Критерий Крускал-Уоллиса (df = 9, N = 44)	
			X_r^2	p	W	r	H	p	
<i>Длина хоботка</i>									
10	2	9	10,71	0,296	0,595	0,190	21,12*	0,012	
9	3	8	14,38	0,072	0,599	0,399			
8	4	7	14,36*	0,045	0,513*	0,350			
6	5	5	9,48	0,091	0,379	0,224			
<i>Условная ширина третьего tergита</i>									
10	2	9	5,71	0,769	0,317	0,366	6,81	0,657	
9	3	8	8,85	0,355	0,369	0,053			
8	4	7	9,02	0,251	0,322	0,096			
6	5	5	2,75	0,739	0,109	0,113			
<i>Длина правого переднего крыла</i>									
10	2	9	9,05	0,432	0,503	0,006	11,04	0,273	
9	3	8	7,38	0,496	0,307	-0,039			
8	4	7	11,42	0,121	0,408	0,210			
6	5	5	10,03	0,074	0,401	0,251			
<i>Длина отрезка FG медиальной жилки на правом переднем крыле</i>									
10	2	9	11,19	0,263	0,622	0,243	5,42	0,796	
9	3	8	9,07	0,336	0,378	0,067			
8	4	7	12,67	0,081	0,452	0,269			
6	5	5	15,40**	0,009	0,616**	0,520			

Примечание. C – число случаев; N – количество сравниваемых пар; df – число степеней свободы; r – средний ранг.

*Количество звездочек показывает, на каком уровне данный критерий достоверен.

мость между несколькими переменными (см. сноску 10). В нашем случае он показывает согласованность изменений экстерьерных признаков в течение сезона. Достоверность коэффициента W проверяли по критерию Пирсона (X^2), рассчитанному по формуле $X^2_{\text{расч}} = N(C-1)W$ [6].

Затем $X^2_{\text{расч}}$ сравнивали с табличным X^2 (см. сноску 9). Если $X^2_{\text{расч}} > X^2_{\text{табл}}$, то W признается достоверным. Коэффициент W был достоверным в двух случаях и имел среднюю степень согласованности изменений, что, возможно, явилось следствием действия каких-то неучтенных факторов, и, следовательно, можно считать случайным, так как при других сочетаниях (в большинстве случаев) количества пчелиных семей и количеств дат отбора проб коэффициент не был достоверным.

Ранее нами установлено, что внутрисемейная изменчивость, определенная по коэффициенту вариации, в основном существенно больше, чем сезонная [7]. Так, например, у пчелиной семьи № 18 по признаку Длина хоботка C_v варьировал от 1,52 до 2,28% (в зависимости от даты отбора пробы), а сезонный C_v составил 0,5%. У семьи № 15 данный показатель был от 1,08 до 2,68 и 0,78% соответственно, у семьи № 2 – от 0,96 до 2,16 и 1,07 соответственно. По признаку Длина отрезка FG медиальной жилки на правом переднем крыле, в зависимости от даты отбора пробы, C_v по семье № 18 (в зависимости от даты отбора пробы) составил от 6,48 до 11,38, а сезонный – 3,65%. По семьям № 15 и № 2 (в зависимости от даты отбора) отмечены вариации данного показателя от 6,96 до 12,03 и от 7,72 до 13,05, сезонного – 2,26 и 3,16% соответственно. Это может быть связано с тем, что пчелиная матка спаривается с несколькими трутнями¹², а сезонная изменчивость обусловлена неравномерным (или частичным) смешиванием спермы трутней в половых путях пчелиных маток¹³. В связи с этим установленные с помощью непараметрических критериев достоверные различия, можно также отнести к неравномерности смешивания спермы (см. сноску 13).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изменение экстерьерных признаков в течение сезона связано не с климатическими условиями или питанием, а с неравномерностью смешивания спермы трутней в семяприемнике маток, так как коэффициент вариации между особями одной пробы больше, чем между пробами пчел, отобранными от одной пчелиной семьи. В случае применения инструментального осеменения необходимо проводить гомогенизацию спермы, чтобы состав потомства матки был выровнен в течение всего периода ее использования [8]. Сравнение потомства маток, осемененных гомогенизированной спермой, является возможной темой наших дальнейших исследований. Рекомендовано пробы в семьях, сформированных в текущем году, отбирать после смены пчел на потомство новой матки, а также для получения пчел использовать рамочный изолятор. Отбирать пробы пчел можно в любой период сезона, но наиболее удобным является осенний период (конец августа – сентябрь). Потомство от лучших по продуктивности пчелиных семей (независимо от типа спаривания) нужно получать в год достижения ими высокой продуктивности (см. сноску 13).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Tan K., Meixner M.D., Fuchs S., Zhang X., He S.Y., Kandemir I., Sheppard W.S., Koeniger N. Geographic distribution of the eastern honeybee, *Apis cerana* (Hymenoptera: Apidae) across ecological zones in China: morphological and molecular analyses // Systematics and Biodiversity. 2006. Vol. 4. N 4. P. 473–482. DOI: 10.1017/S1477200006002015.
2. Sousa A.R.S., Araujo E.D., Gramacho K.P., Nunes L.A. Bee's morphometrics and behavior in response to seasonal effects from ecoregions // Genetics and Molecular Research. 2016. Vol. 15. N 2. P. 1–14. DOI: 10.4238/gmr.15027597.
3. Moretti C.J., Costa C.P., Francoy T.M. Wing morphometrics reveals the migration patterns of Africanized honey bees in Northeast Brazil // So-

¹²Тряско В.В. Признаки осеменности пчелиных маток // Пчеловодство. 1951. Т. 28. № 11. С. 25–31.

¹³Назин С.Н. Влияние полиандрии матки на генеалогию рабочих особей у медоносной пчелы. Сборник НИИП по пчеловодству. Рыбное: НИИП, 1993. С. 8–21.

- ciobiology. 2018. Vol. 65. N 4. P. 679–685. DOI: 10.13102/sociobiology.v65i4.3403.
4. Janczyk A., Tofilski A. Monthly Changes in Honey Bee Forewings Estimated Using Geometric Morphometrics // *Journal of Apicultural Science*. 2021. Vol. 65. N 1. P. 139–146. DOI: 10.2478/jas-2021-0002.
 5. Березин А.С. Методы морфометрии в определении породной принадлежности медоносных пчел // *Биомика*. 2019. Т. 11. № 2. С. 167–189. DOI: 10.31301/2221-6197.bmcs.2019-16.
 6. Толчеев В.О. Проведение и анализ результатов экспертного опроса // *Заводская лаборатория. Диагностика материалов*. 2019. Т. 85. № 7. С. 73–82. DOI: 10.26896/1028-6861-2019-85-7-73-82.
 7. Березин А.С., Языков И.А. Сезонная изменчивость пчелы медоносной *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Apidae) // *Пермский аграрный вестник*. 2022. Т. 40, № 4. С. 61–68. DOI: 10.47737/2307-2873_2022_40_61.
 8. Pieplow J.T., Brauße J., van Praagh J.P., Moritz R.F.A., Erler S. A scientific note on using large mixed sperm samples in instrumental insemination of honeybee queens // *Apidologie*. 2017. Vol. 48. N 5. P. 716–718. DOI: 10.1007/s13592-017-0516-4.
 2. Sousa A.R.S., Araujo E.D., Gramacho K.P., Nunes L.A. Bee's morphometrics and behavior in response to seasonal effects from ecoregions. *Genetics and Molecular Research*, 2016, vol. 15, no. 2, pp. 1–14. DOI: 10.4238/gmr.15027597.
 3. Moretti C.J., Costa C.P., Franco T.M. Wing morphometrics reveals the migration patterns of Africanized honey bees in Northeast Brazil. *Sociobiology*, 2018, vol. 65, no. 4, pp. 679–685. DOI: 10.13102/sociobiology.v65i4.3403
 4. Janczyk A., Tofilski A. Monthly Changes in Honey Bee Forewings Estimated Using Geometric Morphometrics. *Journal of Apicultural Science*, 2021, vol. 65, no. 1, pp. 139–146. DOI: 10.2478/jas-2021-0002.
 5. Berezin A.S. Methods of morphometry in determining the breed of honey bees. *Biomika = Biomics*, 2019, vol. 11, no. 2, pp. 167–189. (In Russian). DOI: 10.31301/2221-6197.bmcs.2019-16.
 6. Tolcheev V.O. Expert survey and analysis of the results. *Zavodskaya laboratoriya. Diagnostika materialov = Industrial laboratory. Diagnostics of Materials*, 2019, vol. 85, no. 7, pp. 73–82. (In Russian). DOI: 10.26896/1028-6861-2019-85-7-73-82.6.
 7. Berezin A.S., Yazykov I.A. Seasonal variability of the honey bee *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Apidae). *Permsky Agrarny Vestnik = Perm Agrarian Journal*, 2022, vol. 40, no. 4, pp. 61–68. (In Russian). DOI: 10.47737/2307-2873_2022_40_61.
 8. Pieplow J.T., Brauße J., van Praagh J.P., Moritz R.F.A., Erler S. A scientific note on using large mixed sperm samples in instrumental insemination of honeybee queens. *Apidologie*, 2017, vol. 48, no. 5, pp. 716–718. DOI: 10.1007/s13592-017-0516-4.

REFERENCES

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

✉ Березин А.С., научный сотрудник; адрес для переписки: Россия, 391110, Рязанская область, г. Рыбное, ул. Почтовая, 22; e-mail: mellifera@yandex.ru

AUTHOR INFORMATION

✉ **Andrey S. Berezin**, Researcher; address: 22, Pochtovaya St., Rybnoe, Ryazan Region, 391110, Russia; e-mail: mellifera@yandex.ru

Дата поступления статьи / Received by the editors 26.05.2022
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 06.06.2022
Дата публикации / Published 20.03.2023