

УДК 595.42:591.4

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ КЛЕЩА *VARROA DESTRUCTOR* (PARASITIFORMES, VARROIDAE) ИЗ СЕМЕЙ БОРТЕВЫХ ПЧЕЛ ПОЛЕССКОГО ЗАПОВЕДНИКА

И. А. Акимов, С. В. Бенедик

Институт зоологии им. И. И. Шмальгаузена НАН Украины,  
ул. Б. Хмельницкого, 15, Киев, 01601 Украина

Получено 31 марта 2004

**Сравнительный анализ морфологических признаков клеща *Varroa destructor* (Parasitiformes, Varroidae) из семей бортевых пчел Полесского заповедника.** Акимов И. А., Бенедик С. В. — Исследована сезонная изменчивость клеща *Varroa destructor* Anderson et Trueman, 2000, паразитирующего в семьях полесских бортевых пчел. Зимняя генерация клещей отличается от летней большими размерами дорсального и вентральных щитов, а также меньшими размерами гнатомеры ( $p < 0,05$ ). Зимняя выборка клещей из бортей по сравнению с аналогичной из ульев характеризуется увеличением размеров тела в поперечном направлении, большими размерами вентрального щита, меньшими размерами конечностей, что, возможно, связано с адаптацией к условиям обитания в бортях, а также к очистительному поведению хозяина.

**Ключевые слова:** *Varroa destructor*, паразитический клещ, бортевые пчелы, морфологическая изменчивость, паразито-хозяинные отношения.

**Comparative Analysis of Morphological Characters of Mite *Varroa destructor* (Parasitiformes, Varroidae) Parasitizing Honeybees from Hive-Logs in Polesky Preserve.** Akimov I. A., Benedyk S. V. — The seasonal variability of mite *Varroa destructor* Anderson et Trueman, 2000 parasitizing polesky honeybees inhabiting hive-logs was studied. The winter generation of mites differs from the summer one by bigger sizes of the dorsal and ventral shields, as well as smaller sizes of the gnathosoma ( $p < 0.05$ ). The winter generation of mites from hive-logs as compared with the one from hives is characterized by increasing of transversal body sizes, greater sizes of ventral shields and smaller sizes of the legs as well. Such an increasing of some morphological characters of the mites parasitizing polesky honeybees may be related to their adaptation to specific habitation in hive-logs as well as grooming behavior of host.

**Key words:** *Varroa destructor*, parasitic mite, polesky honeybee, hive-logs, morphological variability, host-parasite relationships.

### Введение

На территории Полесского государственного заповедника на севере Украины обитают популяции аборигенных бортевых пчел. По своим морфологическим признакам они представляют собой географическую разновидность среднерусской пчелы *Apis mellifera mellifera* L., претерпевшей метизацию (Пилецкая, Жила, 2003). Характерной особенностью этих пчел является то, что они населяют улья-колоды, размещенные в лесу на деревьях. Местные жители называют эти улья-колоды бортями, хотя в древности так называли естественные, а потом и искусственные дупла в растущем дереве, заселенные пчелами (Лабынцев, 1984; Калиновский, 2001). Полесские бортевые пчелы являются примером адаптации и выживания одомашненного вида в суровых условиях дикой природы (Пилецкая, Жила, 1999; Жила, Пилецкая, 2000; Piletska et al., 2000). Они чрезвычайно зимостойкие, приспособленные к местному медосбору и климатическим условиям Полесья (Жила, Пилецкая, 2000). Кроме того, популяции бортевых пчел живут в условиях давления инвазионных и инфекционных болезней без медикаментозных обработок, причем уровень зараженности их клещом *Varroa destructor* Anderson et Trueman, 2000 составляет 2–21% (Piletskaya, 2002; Zaloznaya, Piletskaya, 2003).

Целью настоящего исследования был сравнительный анализ морфологической изменчивости клеща *V. destructor* из семей бортевых пчел методами многомерной статистики.

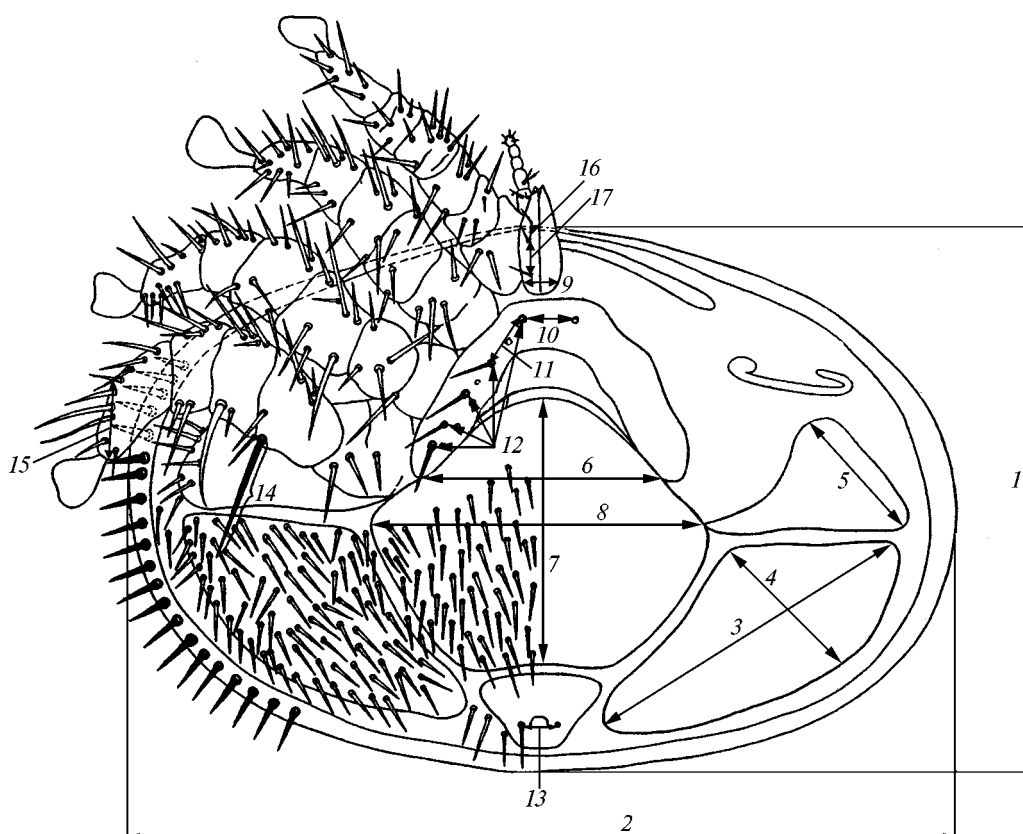


Рис. 1. Морфологические признаки самок клеща *V. destructor* (по: Акимов и др., 1993, с изменениями): 1 — длина дорсального щита; 2 — ширина дорсального щита; 3 — ширина плейрального щита; 4 — длина плейрального щита; 5 — ширина латерального щита; 6 — большая ширина стерального щита; 7 — длина генитовентрального щита; 8 — ширина генитовентрального щита; 9 — ширина основания гнатосомы; 10 — расстояние между 1-й парой щетинок стерального щита; 11 — расстояние между 1-й и 2-й щетинками стерального щита; 12 — количество щетинок на стеральном щите; 13 — расстояние между анальными щетинками; 14 — длина макрохеты трохантера IV пары ног; 15 — длина лапки IV пары ног; 16 — расстояние между 1-й и 2-й гипостомальными щетинками; 17 — расстояние между 2-й и 3-й гипостомальными щетинками.

Fig. 1. Morphological characters of *V. destructor* females (after Akimov et al., 1993, with modifications): 1 — length of dorsal shield; 2 — width of dorsal shield; 3 — width of pleyral shield; 4 — length of pleyral shield; 5 — width of lateral shield; 6 — larger width of sternal shield; 7 — length of genital shield; 8 — width of genital shield; 9 — width of the basis of gnathosoma; 10 — distance between 1<sup>st</sup> pair of sternal setae; 11 — distance between 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> of sternal setae; 12 — number of setae on sternal shield; 13 — distance between anal setae; 14 — length of macrochaeta of trochanter of IV leg; 15 — length of tarsus of IV leg; 16 — distance between 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> hypostomal setae; 17 — distance between 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> hypostomal setae.

### Материал и методы

Материал собирали во время весенней и осенней ревизий ульев-колод (бортей) на протяжении 2002–2003 гг. Исследование сезонной изменчивости паразита бортовых пчел проводили на взрослых самках *V. destructor* зимней и летней генераций. Для сравнения популяций клеща из бортей и ульев были использованы зимние выборки паразита, собранные в 2002 г. в бортях и на частной пасеке, размещенной на расстоянии 150 км от заповедника. Как установлено нами в предыдущих исследованиях, именно зимняя форма *V. destructor* является базовой для сравнения разных популяций паразита (Akimov et al., 2004). Всего было исследовано 400 экз. самок клеща. Проанализировано 17 морфологических признаков, из которых 9 билатерально симметрические (рис. 1).

Полученные данные были обработаны методом главных компонент, дисперсионным (one-way ANOVA) и дискриминантным анализами.

Расчеты проводили на персональном компьютере IBM PC при помощи статистических пакетов Statistica. 6 для Windows (StatSoft, Inc., США) и SPSS. 11 для Windows (DiaSoft, Inc., США).

## Результаты

Установлено, что степень выраженности и характер сезонной изменчивости клещей из бортей такие же, как и клещей из ульев (Акимов и др., 1989, 1990, 1993; Бенедик, Залозная, 2003; Akimov et al., 2004). В обоих случаях анализ вкладов признаков в главные компоненты показал (табл. 1), что первая из них образована признаками, которые связаны с размерами тела и щитов. Вторая главная компонента отражает колебание размеров тела самок в продольно-поперечном направлении, то есть характеризует форму тела клещей. Третья главная компонента связана с изменчивостью размеров конечностей. Графически в пространстве трех главных компонент разделение групп клеща не произошло.

Результаты дисперсионного анализа показали, что зимняя генерация *V. destructor* статистически достоверно ( $p < 0,05$ ) отличается от летней большими размерами дорсального и вентральных щитов, удлинением тела в поперечном направлении, меньшими размерами основания гнатосомы (табл. 2). Также было установлено, что клещи из бортей статистически достоверно ( $p < 0,05$ ) отличаются от клещей из ульев большей шириной дорсального щита, большими размерами вентральных щитов и соответственно большей площадью склеротизации

**Таблица 1.** Вклады признаков объектов сезонных выборок в главные компоненты  
**Table 1.** Contributions of object characters of seasonal samples into principal components

Признак	Главная компонента			Признак	Главная компонента		
	I	II	III		I	II	III
1	0,75*	0,06	0,37	10	0,13	0,83*	0,14
2	0,91*	-0,01	0,22	11	0,24	-0,80*	0,13
3	0,85*	-0,00	0,28	12	-0,01	0,08	-0,06
4	0,72*	-0,08	-0,23	13	0,15	0,15	-0,06
5	0,73*	-0,09	-0,22	14	0,35	0,39	-0,12
6	0,86*	0,05	0,13	15	0,23	-0,01	0,85*
7	0,75*	0,13	-0,16	16	0,06	-0,05	-0,01
8	0,86*	-0,00	0,20	17	0,09	-0,09	-0,01
9	0,17	0,22	-0,30	$\lambda$ , %	32,4	9,4	7,8
				Кумулятивная вариабельность, %	32,4	41,8	49,6

Примечание.  $\lambda$  — доля общей дисперсии по компонентам.

\* Факторная нагрузка  $\geq |0,6|$ .

**Таблица 2.** Среднее значение и ошибка среднего морфологических признаков самок *V. destructor*, по которым статистически достоверно отличаются зимняя и летняя генерации клещей (one-way ANOVA)

**Table 2.** Mean value and standard error of mean of morphological characters of *V. destructor* females by which the distinction of winter and summer mite generations is statistically significant, one-way ANOVA

Признак ( $p < 0,01$ )	Зимняя генерация клеща (n = 185)	Летняя генерация клеща (n = 115)
1	1160,16 $\pm$ 1,61	1144,97 $\pm$ 2,20
2	1721,08 $\pm$ 3,08	1698,70 $\pm$ 5,18
3	738,18 $\pm$ 1,74	725,34 $\pm$ 3,06
4*	738,78 $\pm$ 1,74	725,34 $\pm$ 3,06
6	541,25 $\pm$ 1,28	533,94 $\pm$ 1,98
7	599,30 $\pm$ 1,49	587,50 $\pm$ 2,04
8	739,68 $\pm$ 1,60	732,20 $\pm$ 2,59
9	101,73 $\pm$ 0,27	103,41 $\pm$ 0,27
11	120,64 $\pm$ 0,63	117,53 $\pm$ 0,82

\* Достоверность  $p < 0,05$

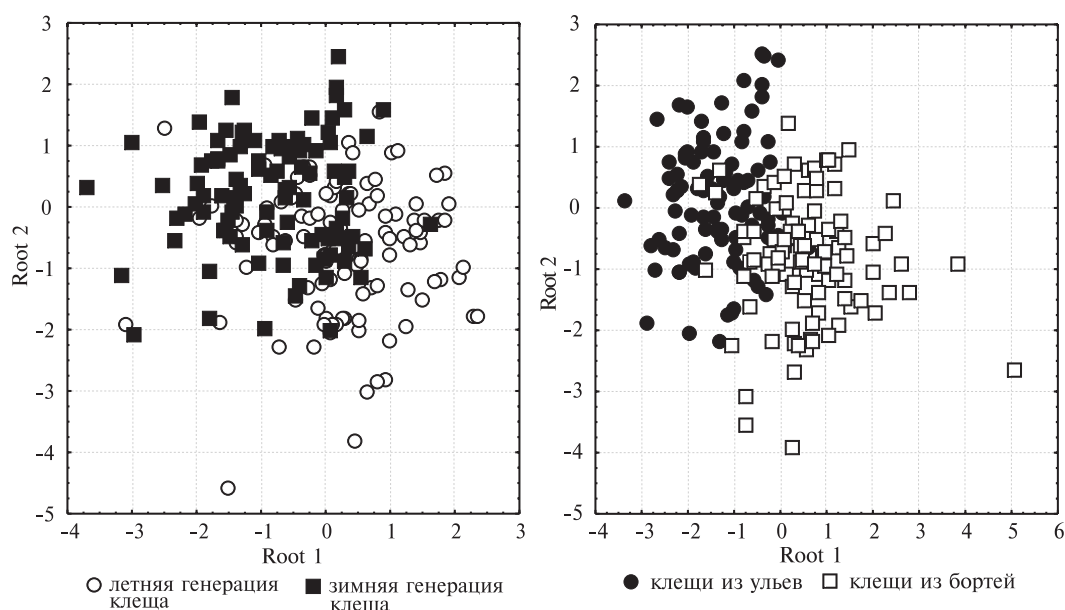


Рис. 2. Распределение экземпляров сезонных выборок клеща из бортей на плоскости дискриминантных функций по комплексу признаков.

Fig. 2. Specimens distribution of mite seasonal samples from hive-logs on area of discriminant functions by the complex of characters.

Рис. 3. Распределение клещей из бортей и клещей из ульев на плоскости дискриминантных функций по комплексу признаков.

Fig. 3. Distribution of mites from hive-logs and hives on area of discriminant functions by the complex of characters.

вентральной стороны тела, большими размерами макрохеты трохантера IV пары ног и расстоянием между 2-й и 3-й гипостомальными щетинками, меньшими размерами лапки IV пары ног (табл. 3).

Результаты дискриминантного анализа показали, что, во-первых, наибольший вклад ( $r \geq 0,4$ ) в установление отличий между летней и зимней генерациями клеща из бортей внесли следующие признаки: ширина основания гнатосомы, длина макрохеты IV пары ног (по первой дискриминантной функции — I ДФ), размеры дорсального, плеирального и стерального щитов (по II ДФ). Однако

Таблица 3. Среднее значение и ошибка среднего морфологических признаков самок *V. destructor*, по которым статистически достоверно отличаются популяции клеща из бортей и ульев (one-way ANOVA)  
Table 3. Mean value and standard error of mean of morphological characters of *V. destructor* females by which mite populations from hive-logs and hives are statistically differed, one-way ANOVA

Признак ( $p < 0,01$ )	Клещи из бортей (n = 185)	Клещи из ульев (n = 100)
2	1721,08 ± 3,08	1696,75 ± 4,27
3	738,18 ± 1,74	724,38 ± 2,56
4*	738,78 ± 1,74	322,16 ± 1,06
5	318,21 ± 0,95	311,54 ± 1,28
6	541,25 ± 1,28	533,36 ± 1,60
7	599,30 ± 1,49	581,08 ± 1,59
11	120,64 ± 0,63	125,50 ± 0,85
14	220,96 ± 0,67	214,69 ± 0,72
15	172,86 ± 0,49	178,61 ± 0,50
17	52,19 ± 0,33	50,44 ± 0,48

\* Достоверность  $p < 0,05$ .

четкого разделения сезонных выборок на плоскости дискриминантных функций не произошло (рис. 2). Во-вторых, наибольший вклад ( $r \geq |0,4|$ ) в установление отличий между клещами из бортей и ульев внесли следующие признаки: длина генитовентрального щита, длина макрохеты трохантера IV пары ног, длина лапки IV пары ног (по I ДФ), большая ширина стернального щита, длина плеирального щита и ширина основания гнатосомы (по II ДФ). Распределение исследованных выборок на плоскости дискриминантных функций показано на рисунке 3.

### Обсуждение

Исследованные сезонные выборки клеща *V. destructor* из семей бортовых пчел статистически достоверно отличаются между собой. Зимняя генерация паразита по сравнению с летней характеризуется общим увеличением размеров тела, а также вентрального щита, удлинением тела в поперечном направлении, увеличением размеров основания гнатосомы. Более жесткие условия зимовки бортовых пчел в колодах по сравнению с зимовкой домашней пчелы в ульях (Торопцев, 2000) не повлияли на степень выраженности и характер сезонной изменчивости паразитирующего на них клеща *V. destructor*. Как и в предыдущих наших исследованиях, дефинитивно четкую градацию между летним и зимним фенотипами клеща провести не удалось (Akimov et al., 2004).

Паразитарная система «бортовая пчела—клещ Варроа» в условиях Полесского заповедника характеризуется более высокой стабильностью по сравнению с системой «медоносная пчела—клещ Варроа» более окультуренных частных пасек, на которых систематически проводятся акарицидные обработки. Причины такой стойкости бортовых пчел к варроозу не исследовались. По нашему мнению, это можно пояснить более высокой резистентностью как хозяина, так и паразита, что проявляется в следующем.

Во-первых, характерной особенностью поведения полесских, как и бурзянских, бортовых пчел является их высокая агрессивность и ройливость (Косарев, 1987; Косарев и др., 1987; Пилецкая, Жила, 1999). Это может быть одним из способов понижения уровня инвазии пчелосемей, поскольку рои оставляют большое количество клещей в покинутом зараженном расплоде. Пчелы в только что образованном рое имеют клещей в среднем в 2 раза меньше, чем в материнских семьях (Косарев, 1987).

Во-вторых, важными факторами резистентности разных пород медоносной пчелы *A. mellifera* к клещу *V. destructor* считают груминг и гигиеническое поведение пчел (Boecking, Ritter, 1994; Spivak, 1996; Spivak, Reuter 2001; Rinderer et al., 2001; Mortazavi Ardestani, 2002; Kulinčević et al., 1997). При груминге взрослые пчелы сбрасывают клещей с себя или с других пчел, повреждая при этом своими ротовыми органами ноги, педипальпы или покровы паразита (Spivak, 1996; Mortazavi Ardestani, 2002). Гигиеническое поведение заключается в способности пчел выявлять зараженные клещами запечатанные ячейки с расплодом, распечатывать их и удалять зараженные куколки (Boecking, Ritter, 1994; Spivak, 1996). Исследования груминга полесских бортовых пчел, проведенные И. В. Пилецкой (Piletskaya, 2002), обнаружили 82,4% поврежденных самок клеща, собранных со дна борти, и 53,1% поврежденных самок клеща, собранных с мертвых бортовых пчел. Эти данные свидетельствуют о достаточно развитом очистном поведении бортовых пчел, которое способствует уменьшению популяции клеща в пчелосемьях.

В-третьих, значительная задержка или уменьшение репродукции самок *V. destructor* в рабочем расплоде медоносной пчелы также является одним из естественных факторов стойкости пчел к варроозу (Rosenkranz et al., 1993; Boecking, Ritter, 1994; Rosenkranz, Engels, 1994; Corrêa-Marques et al., 2003). Выделяют следующие причины ограничения репродукции паразита: краткий период развития запеча-

таных стадий расплода, меньшие размеры ячеек (например, у африканских рас *A. mellifera*), биохимические особенности и гормональный фон гемолимфы; непря- мое влияние климата — увеличение или уменьшение площади расплода, периода его наличия в пчелосемьях, длинная зимняя фаза форезии клеща на пчеле (Аки- мов и др., 1993; Voecking, Ritter, 1994; Rosenkranz, Engels, 1994).

Установлено, что диаметр рабочих ячеек сот бортовых пчел меньше, чем у домашних пчел из рамочных ульев того же возраста и из того же региона (Пи- лецкая, Жила, 1999). Возможно, это влияет на плодовитость самок *V. destructor* в рабочем расплоде бортовых пчел. Исследование показало, что уровень заражен- ности трутневого расплода бурзянских бортовых пчел в 4–45 (в среднем в 14) раз выше, чем рабочего (Косарев, 1987). Кроме того, можно допустить, что первый расплод в бортях появляется несколько позже, чем в ульях. Это связано с тем, что пчелы в бортях на деревьях зимуют при более низких температурах окружа- ющей среды, чем пчелы в ульях, которые в большинстве случаев находятся в зимовниках. Поэтому терморегим зимнего клуба пчел стабилизируется в бортях позже, чем в ульях. Как следствие сокращается период наличия расплода в пче- лосемьях, что приводит к уменьшению количества репродуктивных циклов сам- ки *V. destructor*, а также увеличивается зимняя фаза форезии паразита. По наше- му мнению, именно поэтому клещи из бортей характеризуются большими значениями ширины дорсального щита, большими размерами вентральных щи- тов и меньшими размерами конечностей. Естественный отбор в данном случае способствует зимней форме паразита, которая лучше приспособлена к форезии на теле хозяина (Акимов и др., 1989, 1990, 1993; Бенедик, Залозная, 2003; Akimov et al., 2004). Вследствие этого соотношение зимней и летней морф смещено в сторону зимней. Можно допустить, что в более интенсивном развитии некото- рых морфологических структур клеща проявляется его резистентность к очист- ному поведению бортовых пчел.

Выяснение особенностей и механизмов естественного равновесия, которое установилось между бортовой пчелой и клещом *V. destructor* в условиях бортового пчеловодства в Полесском природном заповеднике, представляет как практичес- кий, так и теоретический интерес и нуждается в дальнейшем исследовании. Возможно, такие исследования окажутся полезными при выявлении резистент- ной к клещу породы медоносной пчелы или даже выведения ее.

Авторы выражают глубокую признательность И. В. Пилецкой (Институт зоологии НАН Украи- ны), а также всем сотрудникам Полесского природного заповедника за помощь в сборе материала.

Акимов И. А., Залозная Л. М., Ефимов В. М., Галактионов Ю. К. Сезонный полиморфизм у клеща *Varroa jacobsoni* Oudem., 1904 (Parasitiformes, Varroidae) // Журн. общ. биологии. — 1989. — 50, № 6. — С. 819–823.

Акимов И. А., Залозная Л. М., Ефимов В. М., Галактионов Ю. К. Сезонная и географическая измен- чивость морфологических признаков клеща *Varroa jacobsoni* (Parasitiformes, Varroidae): поведе- ние средних значений, среднеквадратических отклонений и коэффициентов флуктуирующей асимметрии // Зоол. журн. — 1990. — 69, вып. 9. — С. 27–37.

Акимов И. А., Гробов О. Ф., Пилецкая И. В. и др. Пчелиный клещ *Varroa jacobsoni*. — Киев : Наук. думка, 1993. — 255 с.

Бенедик С. В., Залозная Л. М. Изучение морфологической изменчивости клеща *Varroa destructor* (Parasitiformes, Varroidae) в разные сезоны года // Материалы Междунар. конф. «Проблемы современной паразитологии» и III съезда Паразитол. об-ва при РАН (Петрозаводск, 6–12 окт. 2003 г.). — СПб., 2003. — С. 74–76.

Жила С., Пилецка І. Бортництво і вересовища на Поліссі: проблеми збереження і відтворення // Укр. пасічник. — 2000. — № 9. — С. 23–25.

Калиновський А. З історії бортництва та сучасні проблеми бджільництва Рівненщини // Укр. пасіч- ник. — 2001. — № 3. — С. 26–28.

Косарев М. Н. Бурзянские бортовые пчелы и варроатоз // Пчеловодство. — 1987. — № 9. — С. 12–13.

Косарев М. Н., Садыкова Х. А., Шарипов А. Я. Породные особенности бортовых пчел // Пчеловод- ство. — 1987. — № 10. — С. 8–9.

- Лабынцев Ю. Древняя история пчеловодства // Пчеловодство. — 1984. — № 10. — С. 29–30.
- Пилецкая И. В., Жила С. Н. Лесные медоносные пчелы, обитающие в бортиках на территории Полесского природного заповедника // Pszczelnicze Zeszyty Naukowe. — 1999. — 43 (Suppl. N 1). — С. 152–153.
- Пилецкая И. В., Жила С. М. Биология и динамика численности колоний бортовых пчел в Полесском заповеднике // Вестн. зоологии. — 2003. — Отд. вып. 16. — С. 98–104.
- Торопцев А. И. Оптимизация микроклимата зимующих семей // Материалы Междунар. науч. конф. «Пчеловодство — XXI век» (Москва, 2–6 сент. 2000 г.). — М., 2000. — С. 102–103.
- Akimov I. A., Benedyk S. V., Zaloznaya L. M. Complex analysis of morphological characters of gamasid mite *Varroa destructor* (Parasitiformes, Varroidae) // Вестн. зоологии. — 2004. — 38, № 5. — С. 57–66.
- Anderson D. L., Trueman J. W. H. *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) is more than one species // Experiment. Appl. Acarol. — 2000. — 24. — P. 165–189.
- Boecking O., Ritter W. Current status of behavioral tolerance of the honey bee *Apis mellifera* to the mite *Varroa jacobsoni* // Amer. Bee J. — 1994. — 134, N 10. — P. 689–694.
- Corrca-Marques M. H., Medina Medina L., Martin S. J., De Jong D. Comparing data on the reproduction of *Varroa destructor* // Genet. Mol. Res. — 2003. — 2, N 1. — P. 1–6.
- Kulinčević J. M., De Guzman L. I., Rinderer T. E. Selection of honey bees tolerant or resistant to *Varroa jacobsoni* // Cahiers Options Méditerranéennes. — 1997. — 21. — P. 59–75.
- Mortazavi Ardestani M., Ebadi R., Tahmasebi G. The effect of grooming behaviour of some Iranian honey bee populations on the resistance to *Varroa mite* // XI Intern. Congr. of Acarology. Program and abstract book. — Merida, Mexico, 2002. — P. 235–236.
- Piletskaya I. *Varroa* invasion of the forestry bees from the logs of polesky preserve // Materialy 39 Nauk. Konf. Pszczelarskiej (Pulawy, 12–13 mar. 2002 r.) — Pulawy, 2002. — P. 57–58.
- Piletska I., Zhila S., Komissar A. Beekeeping with log hives // The Beekeepers' Quarterly. — 2000. — 63. — P. 12–14.
- Rinderer T. E., Guzman De L. I., Delatte G. T. et al. Resistance to the parasitic mite *Varroa destructor* in honey bees from far-eastern Russia // Apidologi. — 2001. — 32. — P. 381–394.
- Rosenkranz P., Tewarson N. C., Rachinsky A. et al. Juvenile hormone titer and reproduction of *Varroa jacobsoni* in capped brood strages of *Apis cerana indica* in comparison to *Apis mellifera ligustica* // Apidologi. — 1993. — 24. — P. 375–382.
- Rosenkranz P., Engels W. Infertility of *Varroa jacobsoni* females after invasion into *Apis mellifera* worker brood as a tolerance factor against varroaosis // Apidologie. — 1994. — 25. — P. 402–411.
- Spivak M. Response of hygienic honey bee to *Varroa jacobsoni* mites // Resistant Pest Management. — 1996. — 8, N 1. — P. 42–43.
- Spivak M., Reuter G. S. *Varroa destructor* infestation in untreated honey bee (Hymenoptera: Apidae) colonies selected for hygienic behavior // J. Econ. Entomol. — 2001. — 94, N 2. — P. 326–331.
- Zaloznaya L., Piletskaya I. Mites — inhabitants of logs of forest honeybees (Polesky preserve, Ukraine) // 38 Apimondia Intern. Apicultural Congr. (Ljubljana, Slovenia, 24–29 Aug., 2003). — Ljubljana : Cankarjev dom, Cultural and Congress Centre, 2003. — P. 940.