

УДК 612.397:638.1:577. 604.6:664.641.2

Федорук Р. С., д. вет. н., проф., член-кор НААН
Романів Л. І., м. н. с.
Інститут біології тварин НААН

ВМІСТ ЛІПІДІВ І ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ПРОДУКЦІЇ МЕДОНОСНИХ БДЖІЛ ЗА УМОВ ПІДГОДІВЛІ БОРОШНОМ З БОБІВ СОЇ НАТИВНОЇ ТА ТРАНСГЕННОЇ

У статті наведені результати дослідження вмісту загальних ліпідів і співвідношення окремих їхніх класів у бджолиних стільниках (язиках), а також окремих важких металів у меді, пергі та стільниках, за умов підгодівлі медоносних бджіл борошном з бобів сої нативної та трансгенної у весняно – літній період життєдіяльності. Встановлено, що застосування підгодівлі борошном сої для бджіл карпатської породи зумовлює вірогідне зростання вмісту загальних ліпідів і зміни у співвідношенні їхніх класів у стільниках бджіл II і III дослідних груп порівняно до величин цих показників у бджіл контрольної групи.

Ключові слова: бджоли, віск, загальні ліпіди, важкі метали, фосфоліпіди, соя, ГМО.

УДК 612.397:638.1:577. 604.6:664.641.2

Федорук Р. С., д. вет. н., проф., член-кор НААН
Романів Л. І., м. н. с.
Інститут біології животних НААН

СОДЕРЖАНИЕ ЛИПИДОВ И ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПРОДУКЦИИ МЕДОНОСНЫХ ПЧЕЛ ПРИ УСЛОВИЯХ ПОДКОРМКИ МУКОЙ ИЗ БОБОВ СОИ НАТИВНОЙ И ТРАНСГЕННОЙ

В статье приведены результаты исследований содержания общих липидов и соотношения отдельных их классов в пчелиных сотах (язиках), а также отдельных тяжелых металлов в меде, перге и сотах, при условиях подкормки медоносных пчел мукою из бобов сои нативной и трансгенной в весенне - летний период жизнедеятельности. Установлено, что применение подкормки мукою сои для пчел карпатской породы предопределяет достоверный рост содержимого общих липидов и изменения в соотношении их классов в сотах пчел II и III опытных групп сравнительно с величинами этих показателей у пчел контрольной группы.

Ключевые слова: пчелы, воск, общие липиды, тяжелые металлы, фосфолипиды, соя, ГМО.

УДК 612.397:638.1:577. 604.6:664.641.2

Fedoruk R .S, prof., corresponding member of the NAAS
Romaniv L. I., j. s. c.
Institute of Animal Biology NAAS

LIPID AND HEAVY METALS CONTENT IN THE PRODUCTION OF HONEY BEES UNDER FEEDING MEAL FROM NATIVE AND TRANSGENIC SOYBEANS

The results of studies of total lipids and some of their individual classes in the honeycomb (tongue) and some heavy metals in honey, comb and bread after feeding

honey bees with meal from native and transgenic soybeans in the spring-summer period of life are presented in the paper. It was established that the use of soybean meal feeding for bees of Carpathian breed determines the probable increase in the content of total lipids and changes in the ratio of their classes in the combs of bees of II and III experimental groups compared to the values of these parameters in the control group of bees.

Keywords: bees wax, total lipids, heavy metals, phospholipids, soy, GMO.

Вступ. Відомо, що соя крім ліпідно – протеїнових поживних компонентів, є також джерелом фітохімічних речовин, дія яких на організм ссавців активно вивчається в останні роки. Доведено, що біологічно активні речовини сої характеризуються як негативним, так і позитивним впливом на організм тварин. До них відносяться: фітоестрогени, інгібітори протеаз, фітати, сапоніни, фітостероли та ін. [27]. Соєве борошно є цінним джерелом протеїнів і жирів, воно може ефективно конкурувати з іншими екзогенними протеїново – жировими компонентами, у т. ч. синтетичного походження, що використовуються для підгодівлі бджіл. Відомо, що борошно з бобів сої як нативної, так і ГМ відзначається високим вмістом загальних ліпідів (16 – 27 г%) та протеїну (36,5 – 40,3 г%) [15]. Встановлено, що при споживанні бджолами лише меду вони не відбудовують стільників, а у випадку використання протеїнів і ліпідів пилку рослин від бджіл можна отримати поряд з іншою бджолопродукцією, і високоякісний віск. Доведено, що кількість виділеного бджолами воску пропорційна надходженню у вулик обніжжя. Співвідношення обніжжя:віск становить 1:0,57 - 1,2 залежно від біологічної цінності пилку за умов повного забезпечення бджіл вуглеводами [8]. Використання борошна з бобів сої, в т. ч. трансгенної, що містить антипоживні речовини, може специфічно впливати не тільки на протеїновий і ліпідний обмін, а й на метаболізм окремих мінеральних елементів в організмі робочих бджіл та їхній продукції [17]. З даних літературних джерел [1] відомо, що фітати, фітинова кислота та залишкова кількість інгібіторів протеаз в соєвих бобах сприяють зв'язуванню іонів важких металів, зокрема Заліза, проявляючи інгібуванній вплив на його абсорбцію. Це може негативно вплинути на його метаболізм в організмі робочих бджіл, а також на рівень фізіологічної концентрації Заліза в їхній продукції. Поряд з тим встановлено, що соєве борошно є не тільки цінним джерелом протеїнів і жирів, але й макро – та мікроелементів і може ефективно конкурувати з іншими екзогенними протеїново – жировими компонентами, у т. ч. синтетичного походження [14]. Порівняльним аналізом борошна з бобів сої за вмістом макро – та мікроелементів встановлено значно вищий рівень у ньому калію (в 2 – 11 разів), кальцію (4 – 15 разів), магнію (2,4 – 3 рази), фосфору (1,4 – 2,3 раза), сірки (1,8 – 4,3 раза), заліза (1,8 – 8 разів), марганцю (1,5 – 4 рази), кобальту (5,6 – 19 разів) і хрому (1,3 – 5,7 раза) порівняно з вмістом цих елементів у насінні інших бобових, зокрема квасолі, гороху, а також злаків - пшениці, вівса та рису. Однак соєве борошно характеризується нижчим вмістом Натрію, Міді, Цинку та Стронцію порівняно з цими рослинами [15]. Дослідженнями останніх років встановлено, що робочі бджоли здатні селективно нагромаджувати окремі важкі метали, зокрема – тканини бджіл і перга максимально акумулюють Кадмій, Мідь та Цинк, прополіс – Цинк, перга – Нікель, мед і віск – Кобальт. Відзначається, що в мед і пергу можуть трансформуватись антипоживні та мутагенні компоненти, в т. ч. білки

рекомбінантних модифікацій, які в процесі трофолаксису бджолиної колонії можуть викликати негативний вплив на розвиток і репродукцію робочих бджіл [2, 10]. Не менш масштабною проблемою для бджільництва є непередбачуване виникнення плейотропного ефекту у рослин при вбудовуванні цільового трансгену в їхній геном. Пряму дію трансгенів відзначають при надходженні кодованих ними білків з пилком, нектаром і секретами (смоли, камеді) рослин, які надходять аліментарно до організму робочих бджіл. Відомо, що найвищим вмістом білків, у т. ч. трансгенних, відзначається пилок, тоді як у нектарі та інших рослинних секретах його вміст незначний. Однак розподіл трансгену в генетично модифікованих рослинах нерівномірний. Зокрема, у пилку ГМ бавовнику містилось 0,6 мкг токсину, а в клітинах суцвіття – 3,4 мкг / г натуральної маси [5]. Результати цих досліджень вказують на можливість безпосередньої трансформації трансгенних елементів до суцвіття квітів та потрапляння цих ГМ компонентів до нектару увищій концентрації порівняно з пилком. Отже, вивчення впливу компонентів підгодівлі бджіл з борошна сої на ліпідний і мінеральний склад продукції бджіл дає можливість з'ясувати інтенсивність трансформації цих елементів живлення в організмі.

Мета дослідження. Порівняльне вивчення впливу згодовування бджолам борошна з бобів сої нативного та трансгенного сортів у весняний період на вміст ліпідів у новозбудованих стільниках, а також концентрацію окремих важких металів у стільниках, перзи і меді, одержаних за умов стаціонарного утримання бджолиних сімей.

Матеріал і методи. Дослідження проведено на стаціонарній пасіці, розташованій в Перемишлянському районі Львівської області. Пасіка є благополучною щодо інфекційних та інвазійних захворювань. Дослідження проведено у весняний період в умовах стаціонарного утримання бджолиних сімей. Було сформовано 3 групи вуликів, по три бджолосім'ї в кожній. I група контрольна - отримувала природний корм, заготовлений з рослин сільськогосподарських угідь, II – дослідна, отримувала, крім природного корму, соєве борошно з бобів нативного сорту сої – Чернівецька 9, в кількості 200 г / бджолосім'ю / тиждень, III група – дослідна, отримувала підгодівлю з борошна сої трансгенної лінії GTS 40 - 3 - 2 в кількості 200 г / бджолосім'ю / тиждень. Лінія сої GTS 40 - 3 - 2 стійка до дії гербіцидів, що містять гліфосат, завдяки вставці гліфосат – стійкої форми гену, ферменту 5 – enolpyruvylshikimat – 3 – phosphate synthase (EPSPS). Гліфосат – стійка форма гену EPSPS була виділена з штаму CP4 бактерії *Agrobacterium tumifaciens* і введена в геном лінії сої A5403 [24, 27]. Дослідний період тривав 35 діб, з інтервалом підгодівлі 7 діб. На завершальному етапі (35 доба дослідного періоду) з кожної сім'ї бджіл відбирали зразки матеріалу, а саме: бджолині стільники (язики), мед та пергу для біохімічних досліджень. У зразках стільників визначали кількісний вміст загальних ліпідів і співвідношення окремих їхніх фракцій. Визначення вмісту загальних ліпідів проводили методом екстрагування за Фолчем [21], взявши при цьому по три паралельних зразки з контрольної та дослідних груп масою кожного 1,0 г. Кількість загальних ліпідів встановлювали гравіметричним методом. Відносний вміст окремих класів ліпідів визначали з допомогою тонкошарової хроматографії з використанням силікагелевих пластин Sorbfil ПТСХ – П – А з подальшим вимірюванням показників оптичної густини у контрольних і дослідних зразках ліпідів на спектрофотометрі СФ – 46 при довжині хвилі 440 нм. У дослідних і контрольних зразках бджолиних стільників

(язиків), перги та меду визначали вміст окремих важких металів на атомно – аборбційному спектрофотометрі СФ – 115 ПК.

Одержані дані обчислено за допомогою стандартного пакету статистичних програм Microsoft EXCEL з визначенням середніх величин (M), їхніх відхилень ($\pm m$) і ступеня вірогідності міжгрупових різниць з використанням коефіцієнта Стьюдента (P).

Результати й обговорення.

За результатами досліджень встановлено вищий вміст загальних ліпідів у бджолиних стільниках (язиках) II (163,0 %, $p<0,01$) і III (148,0 %) дослідних груп порівняно до їхнього рівня у контрольній групі (табл. 1).

Таблиця 1
Уміст загальних ліпідів і співвідношення їх класів у бджолиних стільниках (язиках), ($M\pm m$, $n=3$)

Класи ліпідів	Група медоносних бджіл		
	I – контрольна, природний корм	II - дослідна, боби традиційної сої	III - дослідна, боби ГМ сої
Загальні ліпіди, г%	3,33±0,19	5,43±0,30**	4,93±0,22**
Фосфоліпіди, %	21,27±0,44	17,98±0,42**	18,62±0,19**
Моно – і диацилгліцероли, %	13,23±0,36	16,18±0,18***	15,59±0,23***
Вільний холестерол, %	14,82±0,44	19,23±0,17***	17,66±0,19**
НЕЖК, %	12,80±0,39	16,64±0,29***	16,47±0,25***
Триацилгліцероли, %	15,81±0,35	18,35±0,25**	14,92±0,20
Етерифікований холестерол, %	27,62±0,37	20,61±0,11***	16,69±0,14***

Примітка: вірогідні різниці вмісту загальних ліпідів та їх окремих класів у бджолиних стільниках (язиках) II і III дослідних груп порівняно до I контрольної групи; ** — $P<0,01$, *** — $P<0,001$

Збільшення кількості загальних ліпідів у стільниках бджіл II та III дослідних груп може вказувати на активацію анabolічних процесів і мобілізацію ліпідів корму в організмі на вироблення воску, або ж про їх використання в адаптивних перебудовах метаболізму як структурних компонентів. Це може бути пов’язано з посиленням трансформації класів ліпідів у воскових залозах, оскільки доведено, що компоненти корму можуть впливати на рівень трансформації поживних речовин у ліпідні та білкові фрагменти як тканин організму, так і продукції, в т. ч. із бобів сої нативної та трансгенної [22, 23, 24, 27]. Дослідженнями встановлено вірогідно ($p<0,01$) нижчий вміст фосфоліпідів у стільниках бджіл II (84,5 %) та III (87,5 %) дослідних груп стосовно їхнього рівня у контрольній групі. За вмістом моно – та диацилгліцеролів відзначено вірогідне зростання їхніх величин у стільниках бджіл обох дослідних груп, що становили: 122,3 % ($p<0,001$) в II - ій, та 117,8 % ($p<0,001$) у III групах порівняно до показників контролю. Відзначено також вірогідне зростання вмісту вільного холестеролу в ліпідах бджолиних стільників II (129,7 %, $p<0,001$) і III (119,2 %, $p<0,01$) дослідних груп порівняно до його вмісту у контрольній групі. Одержані дані вказують на зміни вмісту НЕЖК з вірогідним зростанням їхнього рівня у ліпідах стільників II – до 130 % та III - 128,6 % дослідних груп порівняно до вмісту у контрольній групі. Одержані дані можуть свідчити про посилення процесів ліполізу в організмі бджіл, зокрема восковидільних залозах. Зміна загального вмісту НЕЖК, як компонентів синтезу ліпідів, так і продуктів їхнього розпаду в тканинах і

секретах залоз, є одним із критеріїв оцінки спрямування ліпідного метаболізму: зниження кількості є свідченням активації синтезу ліпідів, а збільшення – ліполізу. Адже відомо, що ліполіз як процес ферментативного розщеплення депонованих жирів, фізіологічно зводиться до підтримання гомеостатичних концентрацій окремих ліпідних компонентів. Поряд з тим утворення в процесі цього циклу поліненасичених жирних кислот використовується для забезпечення компенсації 80 % енергетичних потреб тканин у стані спокою [6]. Вірогідне підвищення спостерігалось й за відносним вмістом триацилгліцеролів у стільниках бджіл II (116,0 %, $p<0,01$) дослідної групи стосовно їхнього вмісту у контрольній групі. Тоді як у III дослідній групі їхній вміст зберігався на рівні показників контрольної групи, що може зумовлюватися особливостями вмісту ліпідних фракцій у борошні бобів ГМ сої. Суттєво знижувався вміст етерифікованого холестеролу в бджолиних стільниках обох дослідних груп порівняно з контрольними показниками. Зокрема, висока вірогідна різниця за цим показником відзначена як у II (7,01 %, $p<0,001$), так і в III (10,93 %, $p<0,001$) дослідних групах стосовно вмісту етерифікованого холестеролу у контрольній групі. Проведені дослідження вказують на однакову спрямованість міжгрупових вірогідних різниць за вмістом загальних ліпідів, а також за відносним вмістом окремих їх класів, а саме: фосфоліпідів, моно – та диацилгліцеролів, вільного холестеролу, НЕЖК та етерифікованого холестеролу у бджолиних стільниках (язиках) II і III дослідних груп стосовно контрольної групи. Це може вказувати на однаково виражений фізіологічний вплив поживних та антипоживних речовин бобів сої як нативної, так і трансгенної на синтез ліпідів в організмі бджіл та їхній склад у бджолиних стільниках.

Таблиця 2

Уміст окремих важких металів у поліфлорному меді, мг/кг натуральної маси ($M\pm m$, $n=3$)

Важкі метали	Група медоносних бджіл		
	I – контрольна, природний корм	II - дослідна, боби традиційної сої	III - дослідна, боби ГМ сої
Хром	0,75±0,10	0,73±0,12	0,70±0,16
Цинк	1,76±0,31	1,70±0,26	2,04±0,38
Мідь	0,91±0,11	0,89±0,10	0,87±0,12
Залізо	9,05±1,19	8,32±1,09	8,48±1,01
Кадмій	сліди	сліди	сліди
Свинець	0,22±0,02	0,20±0,04	0,23±0,02

Кількість і склад важких металів у продукції бджільництва, у т. ч. у натуральних квіткових медах, залежать від її ботанічного походження, екологічних умов довкілля та біологічної цінності корму, що суттєво впливає на вміст цих елементів і співвідношення у перенасиченому розчині цукрів, яким є натуральний мед [18]. Аналіз отриманих результатів досліджень поліфлорного бджолиного меду на вміст окремих важких металів вказує на незначні відхилення щодо їхнього рівня у зразках II і III дослідних груп без виражених вірогідних різниць порівняно до показників у контрольній групі (табл. 2). Відсутність вірогідних різниць вмісту досліджених важких металів у зразках меду дослідних і контрольної груп бджіл вказує на незначний вплив підгодівлі

бджіл борошном бобів сої на рівень мінеральних речовин у поліфлорному меді, що може зумовлюватися їхнім однаковим вмістом у сої трансгенний та нативний [4, 5].

Відомо, що кількість мінеральних речовин у медах суттєво залежить від агроекологічних умов розміщення пасік і ботанічних видів медодайв, а тому коливається в межах від 0,006 до 3,45 % і становить у середньому 0,27 % [4, 8]. Не встановлено вірогідних різниць мінерального складу і перги у зразках II і III дослідних груп порівняно до контролю (табл. 3), що підтверджує визначальний вплив аліментарних умов на рівень мінеральних речовин у продукції бджіл.

Отримані результати досліджень зразків перги - контрольної і дослідних груп та аналіз даних літератури щодо вмісту важких металів у перзі вказують, що їхній рівень перебуває в межах гранично допустимих концентрацій, а для Заліза і Свинцю дещо перевищує її.

Таблиця 3
Уміст окремих важких металів у перзі, мг/кг натуляральної маси ($M \pm m$, n=3)

Важкі метали	Група медоносних бджіл		
	I – контрольна, природний корм	II - дослідна, боби традиційної сої	III - дослідна, боби ГМ сої
Хром	1,69±0,23	1,54±0,21	1,89±0,16
Цинк	6,42±0,41	7,51±0,70	7,76±0,86
Мідь	6,21±0,56	7,29±0,87	8,27±0,56
Залізо	147,40±16,39	150,36±14,15	142,80±3,15
Кадмій	сліди	сліди	сліди
Свинець	1,44±0,26	1,65±0,22	1,81±0,29

Бджолиний віск, як складний ліпідний компонент, що секретується восковидільними залозами молодих бджіл, розташованих на 4 – ох останніх черевних стернітах, може також використовуватися як індикатор екологічного стану зони медозбору. До його складу входить близько 300 різних речовин, зокрема сполуки органічного походження: складні етери – 70 – 75 % (24 сполуки); вуглеводні, переважно насищені – 12,5 – 15,5 % (250 сполук); вільні кислоти, в т. ч. жирні – 13,5 – 15 % (12 сполук), мінеральні компоненти, що становлять близько 2 % усіх речовин [11].

Дослідженнями встановлено вірогідне зростання вмісту Цинку у стільниках II (на 118,0 %, p<0,001) і III (на 97,1 %, p<0,01) дослідних груп порівняно до його рівня у контрольній групі (табл.4). Високий рівень Цинку у стільниках бджіл обох дослідних груп вказує на можливу підвищенну трансформацію цього елемента з борошна сої в організмі молодих бджіл у ліпідні компоненти, зокрема β – ліпопротеїди та жирні кислоти і виділення його з восковими фракціями у період інтенсивного віdbudovuvannya стільників. Оскільки у меду II і III груп вміст Zn зберігався на рівні контролю, а в перзі виявляв лише тенденцію до підвищення.

З літературних джерел [12, 19, 20] відомо, що мінеральні речовини, в т. ч. Zn та інші мікроелементи як важкі метали, причетні до видовження вуглецевого ланцюга жирних кислот, його десатурації та окиснення у тканинах медоносних бджіл. Речовини, які потрапляють в навколоишнє середовище у вигляді газоподібних, рідких або твердих частинок, у т. ч. йони важких металів заносяться бджолами у вулик з нектаром, пилком, смолою дерев, водою і

потрапляють в організм і продукцію [3, 7, 16]. Підсумовуючи результати досліджень, слід вказати на зв'язок між рівнем живлення бджіл та обміном ліпідних фракцій, як енергетичних і структурних метаболітів, що проявляється підвищеннем вмісту загальних ліпідів та їхніх класів у стільниках і посилюється за умов стимулюючої підгодівлі білково – жировими добавками з соєвого борошна.

Таблиця 4

**Уміст окремих важких металів у стільниках, мг/кг натуральної маси
(M±m,n=3)**

Важкі метали	Група медоносних бджіл		
	I – контрольна, природний корм	II - дослідна, боби традиційної сої	III - дослідна, боби ГМ сої
Хром	2,09±0,22	1,59±0,27	1,68±0,14
Цинк	4,82±0,40	10,51±0,30***	9,50±0,47**
Мідь	2,38±0,33	2,72±0,28	2,68±0,22
Залізо	38,34±1,82	38,71±0,65	39,35±0,53
Кадмій	сліди	сліди	сліди
Свинець	0,43±0,032	0,44±0,035	0,42±0,018

Висновки

1. Дослідженнями встановлено вірогідно вищий вміст загальних ліпідів та їх окремих класів у стільниках (язиках) бджіл II і III дослідних груп, які отримували підгодівлю з борошна сої нативної і трансгенної порівняно до контрольної групи.

2. Застосування борошна з бобів нативної та трансгенної сої в якості стимулюючої підгодівлі бджіл II і III дослідних груп в більшій мірі впливає на метаболізм ліпідів та їх окремих класів, ніж мінеральних речовин, що пов’язано з високим вмістом ліпідів (16 – 27 %) у бобах сої.

3. Підгодівля соєвим борошном не впливає на вміст Хрому, Заліза, Міді, Кадмію та Свинцю, як важких металів у меді, стільниках і перзі бджіл II та III дослідних груп, але зумовлює вірогідне збільшення вмісту Цинку у стільниках (язиках) порівняно до показників контрольної групи.

Література

1. Авцын А. П. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология / А. П. Авцын, А. А. Жаворонков, М. А. Риш, Л. С. Строчкова // АМН – М.: Медицина, 1991. С. 98 – 99.
2. Асафова Н. Н., Орлов Б. Н., Козин Р. Б. Физиологически активные продукты пчелиной семьи: Общебиологические и экологические аспекты. Физиологическое обоснование практического применения / Под. ред. Б. Н. Орлова. Нижний – Новгород, 2001. – 368 с.
3. Бондарева Н. В. Использование медоносных пчел как биоиндикаторов загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами // Успехи современного естествознания. — 2005. — №10. — С. 5 – 6.
4. Бурмистрова Л.А. и др. Особенности накопления токсичных элементов отдельными продуктами пчеловодства / Л. А. Бурмистрова, Т. М. Русакова, А.С.Лизунова, Л. В. Репникова. Современные технологии

- производства и переработки меда // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. по пчеловодству. — Новосибирск, 2008. — С. 13 – 19.
5. Гробов О. Ф., Сотников А. Н., Клочко Р. Т., Луганский С. Н. Пчелы и трансгенные растения // Пчеловодство №2, 2012 – С. 18 – 19.
6. Губський Ю. І. Біологічна хімія. Київ – Вінниця: Нова книга, 2007 – 656 с.
7. Илларионов А. И. Ксенобиотики в пчелах и продуктах пчеловодства / А. И. Илларионов, А. А. Деркач // Агрохимия. — 2008. — №3. — С. 85 – 96.
8. Ковальський Ю. В., Кирилів Я. І. Технологія одержання продуктів бджільництва. Львів – 2011 – С. 196 – 199.
9. Ковальський Ю. В. Фізіологічно-біохімічні та продуктивні показники карпатських бджіл за дії аліментарних чинників [Текст] / Дис. канд. с. – г. наук: 03.00.04 Інститут біології тварин УААН. Львів, 2005. – 132с. Ковальський Юрій Володимирович.
10. Кривцов Н. И., Лебедев В. И. Проблемы экологии в пчеловодстве // Проблемы экологии и развития пчеловодства в России, Рыбное, 1999 - С.9 – 11. Корж В. Н. Воск пчелиный. – Харьков, 2009. – 143с.
12. Ковальчук І .І., Федорук Р. С., Рівіс Й. Ф., Саранчук І. І. Вміст окремих важких металів та жирних кислот в "язиках" стільників бджіл за різних екологічних умов довкілля // НТБ ІБТ і ДНДКІВП та КД. Вип. 11, № 2 – 3. Львів, СПОЛОМ, 2010. – С. 295 – 299.
13. Омаров Ш. М., Атаев М. Г., Магомедова З. Ш. Продукты пчеловодства как индикатор качества экосистемы // ВМАН (Русская секция). 2008, 2 – С. 16 – 19.
14. Петибская В. С. Кормовая ценность различных сортов сои / В. С. Петибская. – Научно – технический бюллетень. ВНИИМК. Краснодар, 2004. - №1. – С. 87 – 89.
15. Петибская В. С. Биохимия сои / В. С. Петибская. Краснодар, 2005. – С. 80 – 85.
16. Разанов С. Накопичення важких металів у бджолиних стільниках // Тваринництво України. — 2007. — №3. — С. 38 – 40.
17. Романів Л. І., Федорук Р. С. Вміст загальних ліпідів і співвідношення їх фракцій у тканинах грудей і черевця медоносних бджіл за згодовування борошна з бобів нативної та генетично модифікованої сої. Біологія тварин – Львів. – 2013, Т.15, №2 – С. 113 – 121.
18. Русакова Т.М. и др. Исследование токсических элементов в продуктах пчеловодства // Пчеловодство. — 2006. — № 9. — С. 10–13.
19. Саранчук І. І., Рівіс Й. Ф. Склад свіжопобудованих бджолиних стільників – показник екологічної чистоти довкілля // НТБ ІБТ і ДНДКІВП та КД. Вип. 11, № 2 – 3. Львів, СПОЛОМ, 2010. – С. 300 – 309.
20. Черкасова А. І., Ємець К. І., Яцун О. М. Бджолиний віск та його якість // Український пасічник. – 2002. - №7. – С. 41 – 42.
21. Folch J.A. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue / M. Lees, G. H. Sloane Stanley Journal of Biological Chemistry. — 1957, vol. 226, no. 1, pp. 497 -509.
22. Jouanin L., Bonabè – Bottin M., Girard C., Morrot G., Gibaud M. Transgenic plants for insect resistance, Plant Sci., 1998, vol. 131, pp. 1 – 11.

23. Malone L. A., Pham-Delègue M. H. Effects of transgene products on honey bees (*Apis mellifera*) and bumble bees (*Bombus* sp.). *Apidologie*, 2001, vol. 32, pp. 287–304.
24. Padgette S. R., Taylor N. B., Nida D. L., Bailey M. R., MacDonald J., Holden L. R., Fuchs R. L. The composition of glyphosate-tolerant soybean seeds is equivalent to that of conventional soybeans. *J. Nutr.*, 1996, 126 (3), pp. 702–716.
25. Pham-Delègue M. H., Girard C., Le Métayer M., Picard-Nizou A. L., Hennequet C., Pons O., Jouanin L. Long-term effects of soybean proteinase inhibitors on digestive enzymes, survival and learning abilities of honeybees. *Entomol. Exp. Appl.*, 2000, vol. 95, pp. 21 – 29.
26. Świątkiewicz S., Świątkiewicz M.. Second generation of genetically modified plants in animal nutrition. *Medycyna Wet.*, 2009, 65 (7), pp. 460–465.
27. Zhan S., Ho S. C. Meta – analysis of the effects of soy protein containing isoflavones on the lipid profile. *J. Am. Clin. Nutr.*, 2005, 81 (2), pp. 397 – 408.

Рецензент – к.с.-г.н., доцент Ковальський Ю.В.