от 6,66 ед. pH у коров с генотипом ВВ до 6,71 ед. pH – у животных с генотипом АА.

Ключевые слова: качество молока, белки, казеин, сывороточные белки, каппа-казеин, генотип.

PROTEIN COMPOSITION AND NUTRITIONAL MILK VALUE OF COWS OF UKRAINIAN BLACK-AND-WHITE DAIRY BREED WITH DIFFERENT GENOTYPES OF CAPA-CASEIN (CSN3)

Polieva I., Korkh I.,The Institute of Animal Science NAAS

The article presents the results of studies of protein composition and nutritional milk value of Ukrainian Black-and-White dairy cows with different genotypes of kappa-casein. It was found that the milk of cows with the BB genotype contained more total protein by 0.41 and 0.28 %, the mass fraction of protein (Pro Total) – by 0.37 and 0.25 %, with a probable advantage over the protein content (casein) – by 0.46 and 0.29 % ($p \leq 0.001$) and the total amount of casein and globulin – by 0.39 and 0.27 % ($p \leq 0.001$) against analogs with genotypes AA and AB.

There are differences in the chemical composition and physicochemical properties of milk. In particular, the difference in mass fractions of lactose and dry matter in milk between cows with the genotype BB and AA and AB was respectively 0.16 % ($p \leq 0.001$) and 0.11 % ($p \leq 0.01$) and 0.64 % ($p \leq 0.001$) and 0.37 % ($p \leq 0.01$). No less valuable in terms of mass fraction of dry matter was the milk of cows with genotype AB, in which the growth of this indicator against animals with genotype AA was at the level of 0.28 % with a statistically significant difference between them ($p \leq 0.01$). Freezing point and density as marker criteria that characterizing the presence of falsification were practically unchanged and did not exceed the permissible norms and amounted to 0.551–0.553 °C and 1028.04–1028.45 kg/m^3. The content of somatic cells in the milk of cows of different genotypes of kappa-casein was within the permissible level according to the state standard, which indicates the absence of mastitis. Cows with genotype AA had an increased level of titrated acidity and concentration of free hydrogen ions ($p \leq 0.01$ – $p \leq 0.001$) against analogs with genotypes AB and BB. However, in general, the hydrogen pH of the milk of cows of all groups had a weakly acidic environment, the values of which ranged from 6.66 units. pH in cows with genotype BB up to 6.71 units. pH – in animals with genotype AA.

Keywords: milk quality, proteins, casein, whey proteins, kappa casein, genotype.

УДК 638.145.4:612.397.23
DOI 10.32900/2312-8402-2021-125-195-205

СОРБЦІЙНИЙ СТАН ТКАНИН ГОЛОВИ ТА ВІДТВОРНА ЗДАТНІСТЬ І МЕДОВА ПРОДУКТИВНІСТЬ БДЖІЛ ЗА РІЗНОЇ КІЛЬКОСТІ ЛЛЯНОЇ ОЛІЇ В КОРМОВІЙ ДОБАВЦІ

Саранчук І. І., к. с.-г. н.
https://orcid.org/0000-0003-4695-7804
Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція
Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН

Метою досліджень є встановлення зв'язку між вмістом фосфоліпідів, їх жирнокислотним складом і сорбційною здатністю тканин голови та відтворною

здатністю й продуктивністю медоносних бджіл залежно від кількості лляної олії у кормовій добавці.

Встановлено, що внаслідок додавання до кормової добавки, яка складається зі знежиреного соєвого борошна та цукрового сиропу, лляної олії в кількості 10 і 20 г в ній дозозалежно зростає вміст насичених, мононенасичених і особливо поліненасичених жирних кислот як у складі жирних кислот загальних ліпідів, так і в складі неестерифікованих жирних кислот. Згодовування кормової добавки, збагаченої лляною олією приводить до дозозалежного збільшення концентрації фосфоліпідів у тканинах голови медоносних бджіл. Одночасно в фосфоліпідах тканин голови бджіл I та II дослідних груп зростає відносний вміст поліненасичених жирних кислот родини ω-3, але зменшується – мононенасичених жирних кислот родини ω-9. При цьому в фосфоліпідах тканин голови медоносних бджіл I та II дослідних груп істотно зростає співвідношення відносного вмісту поліненасичених жирних кислот родини ω-3 до поліненасичених жирних кислот родини ω-6. Збільшення концентрації фосфоліпідів і відносного вмісту в них поліненасичених жирних кислот родини ω-3 призводить до дозозалежного зростання сорбційної здатності тканин голови медоносних бджіл I та II дослідних груп. При цьому в тканинах голови медоносних бджіл I і особливо II дослідних груп зростає вміст Ніколу, Плюмбуму та Кадмію. Крім того, у тканинах голови медоносних бджіл II дослідної групи зростає вміст Купруму та Хрому. Зміни вмісту фосфоліпідів, їх жирнокислотного складу та сорбційної здатності тканин голови медоносних бджіл I і особливо II дослідних груп супроводжуються змінами відтворної здатності маток і медової продуктивності робочих бджіл. Зокрема у бджолиних маток II і особливо I дослідних груп відповідно на 6,4 і 15,4 % зростає яйцекладка, а в робочих бджіл – відповідно на 10,7 і 17,5 % медова продуктивність.

Ключові слова: **медоносні бджоли, жирні кислоти, фосфоліпіди, кормова добавка, відтворна здатність маток, медова продуктивність бджіл.**

Кількість і склад жирних кислот у кормі медоносних бджіл прямо та дуже швидко через фосфоліпіди впливає на жирнокислотний склад і функціональну активність фосфоліпідів клітинних мембран [1–4]. Зокрема жирнокислотний склад фосфоліпідів клітинних мембран є основним фактором, що впливає на інтенсивність переходу різноманітних сполук, в т.ч. важких металів і різних форм жирних кислот, шляхом активного та пасивного транспорту, в тканини бджіл. У свою чергу, від вмісту фосфоліпідів і їх жирнокислотного складу в тканинах бджіл залежить функціонування їх нервової, імунної, відтворної систем та процес окиснення. Останній дуже сильно реагує на кількість та склад жирних кислот у кормі [1, 5]. Проблема жирних кислот у системі корм – тканини бджіл – функціональна активність тканин полягає в наступному. Згадувані жирні кислоти в кормі і тканинах медоносних бджіл причетні до відтворної здатності та продуктивних ознак [1, 3, 6, 7]. Жирні кислоти залежно від кількості та складу можуть змінювати забезпеченість організму бджіл енергетичним, структурним і біологічно активним матеріалом [7–9]. Це зумовлено тим, що тканини бджіл за допомогою ензимних систем здатні синтезувати тільки насичені та мононенасичені довголанцюгові жирні кислоти. Тканини бджіл не здатні синтезувати довголанцюгові поліненасичені жирні кислоти [1, 4, 10]. Тому такі поліненасичені жирні кислоти, як лінолева та ліноленова, повинні надходити в їх організм з кормом. Основними джерелами незамінних (ессенціальних) лінолевої та ліноленової кислот у раціонах для бджіл є корм [1, 8, 9, 11]. У жирнокислотному складі корму наведені вище поліненаси-

чені жирні кислоти є домінуючими [1, 12]. Загальною ознакою дефіциту α-лінолевої та α-ліноленової кислот в організмі бджіл є зниження темпів росту, ефективності засвоєння поживних речовин корму, пригнічення імунітету та зниження продуктивних ознак і відтворної здатності [1, 3, 4, 9].

У літературі відсутні дані щодо вмісту фосфоліпідів і їх насичених, мононенасичених і поліненасичених жирних кислот у тканинах медоносних бджіл залежно від їх кількості та складу в кормі. Також відсутні дані щодо сорбційного стану тканин бджіл залежно від вмісту у них фосфоліпідів і їх жирнокислотного складу. Цим обумовлена актуальність теми даної роботи.

Метою досліджень є встановлення зв'язку між вмістом фосфоліпідів, їх жирнокислотним складом і сорбційною здатністю тканин голови та відтворною здатністю й продуктивністю медоносних бджіл залежно від кількості лляної олії у кормовій добавці.

Матеріали та методи досліджень. Експериментальні дослідження проведені у весняно-літній період на приватній пасіці в Заставнівському районі Чернівецької області на клінічно здорових медоносних бджолах карпатської породи (*Apis mellifera carpatica*).

За принципом аналогів було сформовано 3 групи бджолиних сімей (по 3 бджолосім'ї в кожній), однакових за віком бджолиних маток, силою, кількістю запечатаного розплоду та кормових запасів. Бджолині сім'ї контрольної групи впродовж 36 діб щотижня отримували кормову добавку, яка складалася з 100 г знежиреного борошна з бобів натуральної сої сорту Чернівецька-9 та 100 г цукрового сиропу (співвідношення цукру до води 1:1). Бджолині сім'ї I і II дослідних груп додатково до цієї кормової добавки отримували лляну олію в кількості відповідно 10 і 20 г на бджолосім'ю на тиждень. Під час проведення досліду контролювали відтворну здатність маток і медову продуктивність робочих бджіл.

Дослідження яйцекладки бджолиних маток проводили за Ф. А. Лаврьохіним і С. В. Панковою [13]. Для цього обліковували кількість печатного розплоду через кожні 12 днів за допомогою спеціальної рамки-сітки з розміром квадратів 5×5 см. Кількість одержаного товарного меду визначали методом зважування відібраних із гнізд медових стільників до й після відкачування.

По завершенню підгодівлі для лабораторних досліджень були відібрані зразки медоносних бджіл. У тканинах голови медоносних бджіл визначали вміст фосфоліпідів, їх жирнокислотний склад, концентрацію важких металів і сорбційну здатність. Вміст фосфоліпідів і їх жирнокислотний склад у досліджуваному матеріалі визначали за Й. Ф. Рівісом зі співавторами [14], важких металів – за І. Хавезовим і Д. Цалєвим [15], а сорбційну здатність – методом забарвлення за М. В. Яковлевим [16].

Зокрема вміст фосфоліпідів у досліджуваному біологічному матеріалі визначали шляхом екстракції ліпідів сумішшю хлороформ-метанол (2:1 за об'ємом). Звільнені від хлороформу ліпіди піддавали хроматографії в тонкому шарі силікагелю. Отримані ліпідні фракції, в т. ч. фосфоліпіди, визначали фотоелектроколометрично.

Жирнокислотний склад отриманих фосфоліпідів визначали шляхом розчинення їх у неполярному розчиннику та додаванням до розчину метилату натрію в метиловому спирті. Отримані таким чином метилові естери жирних кислот вводили в випаровувач газорідинного хроматографічного апарату. Розділення метилових естерів жирних кислот проводили на хроматографі «Chrom-5» («Laboratorni přistroje», Praha).

Сорбційну здатність досліджуваної тканини визначали шляхом відмивання її у фізіологічному розчині Рінгера, забарвлення тканини розчином нейтрального червоного, його екстракції та фотоколориметрії.

Вміст важких металів (Феруму, Цинку, Купруму, Хрому, Ніколу, Плюмбуму та Кадмію) у досліджуваному біологічному матеріалі визначали спектрофотометрично. Для цього зразки тканин голови озолювали в муфельній печі за температури 450–500 ^{0}С. Отриману золу розчиняли в 10 мл 10 % HCl. Отримані кислотні розчини золи спектрофотометрували при строго визначеній довжині хвилі на атомно-абсорбційному спектрофотометрі С–115 ПК.

Отриманий цифровий матеріал опрацьовували методом варіаційної статистики з використанням критерію Стьюдента. Обчислювали середні арифметичні величини (М) та похибки середніх арифметичних (±m). Зміни вважали вірогідними при $p<0,05$, $p<0,01$ і $p<0,001$. Для розрахунків користувалися комп'ютерними програмами Origin 6.0, Excel (Microsoft, USA).

Результати досліджень. Встановлено, що в натуральній кормовій добавці, яка складається із знежиреного соєвого борошна та цукрового сиропу, є певна кількість жирних кислот загальних ліпідів і легкодоступних для організму бджіл неестерифікованих жирних кислот (табл. 1).

Таблиця 1

Вміст жирних кислот у кормовій добавці без та з лляною олією, г/кг натуральної маси

Жирні кислоти та їх код	Кормова добавка (КД)	КД + 10 г лляної олії	КД + 20 г лляної олії
Жирні кислоти загальних ліпідів			
Лауринова, 12:0	0,01	0,06	0,11
Міристинова, 14:0	0,02	0,12	0,22
Пентадеканова, 15:0	0,04	0,24	0,46
Пальмітинова, 16:0	0,49	2,70	5,32
Пальмітоолеїнова, 16:1	0,04	0,24	0,45
Стеаринова, 18:0	0,39	2,00	3,94
Олеїнова, 18:1	1,61	10,28	20,01
Лінолева, 18:2	4,72	6,85	9,28
Ліноленова, 18:3	0,23	36,95	72,70
Арахінова, 20:0	0,04	0,38	0,74
Ейкозаєнова, 20:1	0,03	0,21	0,40
у тому числі неестерифіковані жирні кислоти			
Лауринова, 12:0	Сліди	0,002	0,004
Міристинова, 14:0	0,001	0,006	0,010
Пентадеканова, 15:0	0,002	0,011	0,017
Пальмітинова, 16:0	0,023	0,117	0,231
Пальмітоолеїнова, 16:1	0,002	0,011	0,018
Стеаринова, 18:0	0,013	0,089	0,165
Олеїнова, 18:1	0,141	0,489	0,968
Лінолева, 18:2	0,184	0,321	0,345
Ліноленова, 18:3	0,010	1,542	2,978
Арахінова, 20:0	0,002	0,012	0,022
Ейкозаєнова, 20:1	0,001	0,008	0,014

У результаті додавання до згадуваної кормової добавки лляної олії, котра містить у своєму складі 65,1 % біологічно активної ліноленової кислоти, в кількості 10 і 20 г в ній суттєво зростає вміст лауринової, міристинової, пентадеканової, пальмітинової, пальмітоолеїнової, стеаринової, олеїнової, лінолевої, ліноленової, арахінової та ейкозаєнової кислот як у складі жирних кислот загальних ліпідів, так і в складі неестерифікованих жирних кислот.

Зростання вмісту жирних кислот загальних ліпідів і неестерифікованих жирних кислот у кормовій добавці приводить до суттєвого збільшення концентрації фосфоліпідів у тканинах голови медоносних бджіл І і особливо ІІ дослідних груп, порівняно з тканинами голови медоносних бджіл контрольної групи (табл. 2).

Таблиця 2

Вміст фосфоліпідів (г/кг сирої маси) та їх жирнокислотний склад (%) у тканинах голови медоносних бджіл (M±m, n=3)

Фосфоліпіди, жирні кислоти та код останніх	Контрольна група (кормова добавка – КД)	І дослідна (КД + 10 г лляної олії)	ІІ дослідна (КД + 20 г лляної олії)
Фосфоліпіди	5,76±0,084	6,10±0,081*	6,26±0,059**
Каприлова, 8:0	0,14±0,003	0,16±0,003*	0,17±0,003**
Капринова, 10:0	0,25±0,006	0,27±0,003*	0,28±0,003**
Лауринова, 12:0	0,32±0,006	0,34±0,003*	0,35±0,003**
Міристинова, 14:0	0,55±0,015	0,59±0,006	0,60±0,003*
Пентадеканова, 15:0	0,29±0,003	0,30±0,003*	0,31±0,003**
Пальмітинова, 16:0	9,67±0,125	9,96±0,084	10,07±0,075
Пальмітоолеїнова, 16:1	1,06±0,058	1,15±0,055	1,20±0,053
Стеаринова, 18:0	8,90±0,171	8,67±0,191	8,52±0,183
Олеїнова, 18:1	36,47±0,708	35,16±0,468	35,14±0,401
Лінолева, 18:2	9,34±0,160	9,12±0,147	8,88±0,104
Ліноленова, 18:3	6,32±0,142	6,82±0,084*	6,94±0,098*
Арахінова, 20:0	0,14±0,003	0,13±0,003	0,12±0,003*
Ейкозаєнова, 20:1	0,16±0,003	0,15±0,003	0,14±0,003*
Ейкозадиєнова, 20:2	0,32±0,006	0,30±0,003	0,29±0,003*
Ейкозатриєнова, 20:3	1,73±0,058	1,64±0,058	1,59±0,061
Арахідонова, 20:4	4,85±0,084	4,67±0,073	4,56±0,046*
Ейкозапентаєнова, 20:5	1,84±0,067	2,08±0,052*	2,20±0,055*
Докозадиєнова, 22:2	1,15±0,040	1,09±0,036	1,03±0,039
Докозатриєнова, 22:3	1,55±0,093	1,81±0,044	1,90±0,035*
Докозатетраєнова, 22:4	3,04±0,087	2,90±0,064	2,84±0,073
Докозапентаєнова, 22:5	5,46±0,148	5,85±0,064	5,94±0,043*
Докозагексаєнова, 22:6	6,45±0,136	6,84±0,069	6,93±0,054*
Загальний вміст жирних кислот	100	100	100
в т. ч. насичені	20,26	20,42	20,42
мононенасичені	37,69	36,46	36,48
поліненасичені	42,05	43,12	43,10
ω-3/ω-6	1,42	1,56	1,64

*Примітка. У цій і наступних таблицях * – позначена статистична вірогідність різниць порівнюваних показників у тварин контрольної і дослідних груп: * – p<0,05; ** – p<0,01.*

Одночасно в фосфоліпідах тканин голови медоносних бджіл I і II дослідних груп, порівняно з фосфоліпідами тканин голови медоносних бджіл контрольної групи, збільшується відносна концентрація поліненасичених жирних кислот, але зменшується – мононенасичених. Зростання відносного вмісту поліненасичених жирних кислот спостерігається з боку жирних кислот родини ω-3 (у I і II дослідних групах відповідно до 26,30 і 26,75 проти 24,66 % у контролі).

Зменшення відносного вмісту мононенасичених жирних кислот відбувається в основному за рахунок жирних кислот родини ω-9 (у I і II дослідних групах відповідно до 35,31 і 35,28 проти 36,63 % у контролі). При цьому в фосфоліпідах тканин голови медоносних бджіл I і II дослідних груп, порівняно з фосфоліпідами тканин голови контрольної групи, зростає співвідношення відносного вмісту поліненасичених жирних кислот родини ω-3 до поліненасичених жирних кислот родини ω-6 (табл. 2). Наведене вище вказує на значне зростання структурної організації та функціональної активності клітинних мембран тканин голови медоносних бджіл.

Збільшення концентрації фосфоліпідів і відносного вмісту в них поліненасичених жирних кислот родини ω-3 призводить до зростання сорбційної здатності тканин голови медоносних бджіл I (5,8±0,06 одиниць екстинції, $p<0,05$) і II (5,9±0,06, $p<0,05$) дослідних груп, порівняно з тканинами голови контрольної групи (5,4±0,09 одиниць екстинції). Це вказує на збільшення проникливості наведених вище тканин медоносних бджіл для активованих і неактивованих сполук.

Зростання сорбційної здатності тканин голови медоносних бджіл I і особливо II дослідних груп, порівняно з тканинами голови медоносних бджіл контрольної групи, сприяє збільшенню концентрації в них Ніколу, Плюмбуму та Кадмію (табл. 3). Крім того, у тканинах голови медоносних бджіл II дослідної групи зростає вміст Купруму та Хрому. Можливо згадувані мінеральні елементи у більшій мірі всмоктуються у тканини із травного каналу. Наведене вище вказує на суттєве зростання проникливості тканин голови медоносних бджіл I та особливо II дослідних груп, порівняно з тканинами голови медоносних бджіл контрольної групи, для води та водорозчинних речовин.

Таблиця 3

Вміст важких металів у тканинах голови медоносних бджіл, г·10^{-3}/кг сирої маси (M±m, n=3)

Важкі метали та їх символ	Контрольна група (кормова добавка – КД)	I дослідна (КД + 10 г лляної олії)	II дослідна (КД + 20 г лляної олії)
Ферум, Fe	35,35±0,756	37,02±0,110	37,19±0,130
Цинк, Zn	41,67±0,664	43,32±0,110	43,45±0,104
Купрум, Cu	16,15±0,370	17,18±0,128	17,35±0,096*
Хром, Cr	9,03±0,194	9,62±0,101	9,79±0,093*
Нікол, Ni	1,70±0,038	1,90±0,055*	1,99±0,062*
Плюмбум, Pb	1,68±0,037	1,83±0,038*	1,88±0,037*
Кадмій, Cd	0,10±0,003	0,12±0,006*	0,13±0,006**

Зміни вмісту фосфоліпідів, їх жирнокислотного складу та сорбційної здатності тканин голови медоносних бджіл I і особливо II дослідних груп, порівняно з тканинами голови медоносних бджіл контрольної групи, викликають зміни відтворної здатності маток і медової продуктивності робочих бджіл. Зокрема у бджолиних маток II і особливо I дослідних груп, порівняно з матками контрольної гру-

пи, у дослідний період зростає яйцекладка (табл. 4). Водночас у робочих бджіл ІІ (11,4±0,23, p<0,05) та особливо І (12,1±0,20 кг, p<0,01) дослідних груп порівняно з робочими бджолами контрольної групи (10,3±0,19 кг) підвищується медова продуктивність.

Таблиця 4

Відтворна здатність бджолиних маток, яєць за добу (M±m, n=3)

Контрольна група (кормова добавка – КД)	І дослідна (КД + 10 г лляної олії)	ІІ дослідна (КД + 20 г лляної олії)
Підготовчий період, 31 березня		
211,7±6,01	212,2±12,01	210,1±7,94
Дослідний період, 12 квітня		
419,5±11,17	482,6±16,93*	420,0±16,59
Дослідний період, 24 квітня		
529,5±18,14	599,6±10,34*	542,3±17,06
Дослідний період, 6 травня		
846,1±16,97	988,5±25,23**	947,3±26,66*
Разом за дослідний період, 12 квітня – 6 травня		
1795,1	2070,7	1909,6

Висновки:

1. Внаслідок додавання до кормової добавки, яка складається зі знежиреного соєвого борошна та цукрового сиропу, лляної олії в кількості 10 і 20 г в ній дозозалежно зростає вміст насичених, мононенасичених і особливо поліненасичених жирних кислот як у складі жирних кислот загальних ліпідів, так і в складі неестерифікованих жирних кислот.

2. Згодовування кормової добавки, збагаченої лляною олією в кількості 10 і 20 г, приводить до дозозалежного збільшення концентрації фосфоліпідів у тканинах голови медоносних бджіл. Одночасно в фосфоліпідах наведених вище тканин бджіл І та ІІ дослідних груп зростає відносний вміст поліненасичених жирних кислот родини ω-3, але зменшується – мононенасичених жирних кислот родини ω-9. При цьому в фосфоліпідах тканин голови медоносних бджіл І та ІІ дослідних груп істотно зростає співвідношення відносного вмісту поліненасичених жирних кислот родини ω-3 до поліненасичених жирних кислот родини ω-6.

3. Збільшення концентрації фосфоліпідів і відносного вмісту в них поліненасичених жирних кислот родини ω-3 призводить до дозозалежного зростання сорбційної здатності тканин голови медоносних бджіл І та ІІ дослідних груп. При цьому в тканинах голови медоносних бджіл І і особливо ІІ дослідних груп зростає вміст Ніколу, Плюмбуму та Кадмію. Крім того, у тканинах голови медоносних бджіл ІІ дослідної групи зростає вміст Купруму та Хрому.

4. Зміни вмісту фосфоліпідів, їх жирнокислотного складу та сорбційної здатності тканин голови медоносних бджіл І і особливо ІІ дослідних груп супроводжуються змінами відтворної здатності маток і медової продуктивності робочих бджіл. Зокрема у маток ІІ і особливо І дослідних груп зростає яйцекладка, а в робочих бджіл – медова продуктивність.

Бібліографічний список

1. Arien Y., Dag A., Zarchin S., Masci T., Shafir S. Omega-3 deficiency impairs honey bee learning. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2015. Vol. 112, № 51. P. 15761–15766.

2. Couture P., Hulbert A.J. Membrane fatty acid composition is related to body mass in mammals. *The Journal of Membrane Biology*. 1995. Vol. 148, Is. 1. P. 27–39.

3. Ma L., Wang Y., Hang X., Wang H., Yang W., Xu B. Nutritional effect of alpha-linolenic acid on honey bee colony development (*Apis mellifera L.*). *Journal of Apicultural Science.* 2015. Vol. 59, № 2. P. 63–72.

4. Arien Y., Dag A., Shafir S. Omega-6:3 Ratio More Than Absolute Lipid Level in Diet Affects Associative Learning in Honey Bees. *Front. Psychol.* 2018. Vol. 9. P. 1–8. doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01001.

5. Gätschenberger H., Azzami K., Tautz J., Beier H. Antibacterial Immune Competence of Honey Bees (*Apis mellifera*) Is Adapted to Different Life Stages and Environmental Risks. *PLoS ONE*. 2013. Vol. 8, Is. 6. DOI: 10.1371/journal.pone.0066415.

6. Wu Y., Zheng H., Corona M., Pirk C., Meng F., Zheng Y., Hu F. Comparative transcriptome analysis on the synthesis pathway of honey bee (*Apis mellifera*) mandibular gland secretions. *Scientific Reports*. 2017. Vol. 7(1), 4530. DOI: 10.1038/s41598-017-04879-z.

7. Rabiee F., Modaresi M., Gheisari A. The effect to various oleic acid levels on reproductive parameters in queen bee. *Der Pharmacia Lettre.* 2015. Vol. 7, Is. 12. P. 326–331.

8. Hulbert A. J., Kelly M. A., Abbott S. K. Polyunsaturated fats, membrane lipids and animal longevity. *Journal of Comparative Physiology B: biochemical, systemic, and environmental physiology.* 2014. Vol. 184, Is. 2. P. 149–166.

9. Hulbert A. J., Abbott S. K. Nutritional ecology of essential fatty acids: an evolutionary perspective. *Australian Journal of Zoology*. 2011. Vol. 59, № 6. P. 369–379.

10. Hulbert A. J. Metabolism and longevity: Is there a role for membrane fatty acids? *Integrative and Comparative Biology*. 2010. Vol. 50, Is. 5. P. 808–817.

11. Cohen A. C. Insect Diets: Science and Technology. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 2015. 474 p.

12. AL-Kahtani S. N. Fatty Acids and B Vitamins Contents in Honey Bee Collected Pollen in Relation to Botanical Origin. *Scientific Journal of King Faisal University (Basic and Applied Sciences)*. 2017. Vol. 18, № 2. P. 41–48.

13. Лаврехин Ф. А., Панкова С. В. Биология медоносной пчелы. 3-е изд., перераб. и доп. Москва: Колос, 1983. 303 с.

14. Кількісні хроматографічні методи визначення окремих ліпідів і жирних кислот у біологічному матеріалі : метод. посіб.: [2-ге вид., уточн. та доп.] / Рівіс Й. Ф. та ін. Львів: СПОЛОМ, 2017. 160 с.

15. Хавезов И., Цалев Д. Атомно-абсорбционный анализ / пер. с болг. Г. А. Шейниной. Ленинград: Химия, 1983. 144 с.

16. Яковлев М. В. Изучение сорбционных свойств некоторых органов при экспериментальном туберкулезе методом окрашивания. Исследование свойств селезенки и легких. Сообщение III. *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины.* Москва: Медгиз, 1958. Т. XIV. С. 45–54.

References

1. Arien, Y., Dag, A., Zarchin, S., Masci, T., & Shafir, S. (2015). Omega-3 deficiency impairs honey bee learning. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 112(51), 15761–15766.

2. Couture, P., & Hulbert, A. J. (1995). Membrane fatty acid composition is related to body mass in mammals. *The Journal of Membrane Biology*, 148 (1), 27–39.

3. Ma, L., Wang, Y., Hang, X., Wang, H., Yang, W., & Xu, B. (2015). Nutritional effect of alpha-linolenic acid on honey bee colony development (*Apis mellifera L.*). *Journal of Apicultural Science*, 59(2), 63–72.

4. Arien, Y., Dag, A., & Shafir, S. (2018). Omega-6:3 Ratio More Than Absolute Lipid Level in Diet Affects Associative Learning in Honey Bees. *Front. Psychol.,* 9, 1–8. doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01001.

5. Gätschenberger, H., Azzami, K., Tautz, J., & Beier, H. (2013). Antibacterial Immune Competence of Honey Bees (*Apis mellifera*) Is Adapted to Different Life Stages and Environmental Risks. *PLoS ONE*, 8(6). doi: 10.1371/journal.pone.0066415.

6. Wu, Y., Zheng, H., Corona, M., Pirk, C., Meng, F., Zheng, Y., & Hu, F. (2017). Comparative transcriptome analysis on the synthesis pathway of honey bee (*Apis mellifera*) mandibular gland secretions. *Scientific Reports*, 7 (1), 4530. doi: 10.1038/s41598-017-04879-z.

7. Rabiee, F., Modaresi, M., & Gheisari, A. (2015). The effect to various oleic acid levels on reproductive parameters in queen bee. *Der Pharmacia Lettre*, 7 (12), 326–331.

8. Hulbert, A. J., Kelly, M. A., & Abbott, S. K. (2014). Polyunsaturated fats, membrane lipids and animal longevity. *Journal of Comparative Physiology B: biochemical, systemic, and environmental physiology,* 184 (2), 149–166.

9. Hulbert, A. J., & Abbott, S. K. (2011). Nutritional ecology of essential fatty acids: an evolutionary perspective. *Australian Journal of Zoology*, 59 (6), 369–379.

10. Hulbert, A. J. (2010). Metabolism and longevity: Is there a role for membrane fatty acids? *Integrative and Comparative Biology*, 50 (5), 808–817.

11. Cohen, A. C. (2015). Insect Diets: Science and Technology. 2nd ed. Boca Raton : CRC Press.

12. AL-Kahtani, S. N. (2017). Fatty Acids and B Vitamins Contents in Honey Bee Collected Pollen in Relation to Botanical Origin. *Scientific Journal of King Faisal University (Basic and Applied Sciences),* 18 (2), 41–48.

13. Lavrekhin, F. A., & Pankova, S. V. (1983). Biologiya medonosnoy pchely. 3-ye izd., pererab. i dop. [Biology of the honeybee. 3rd edition, revised and enlarged]. Moscow : Kolos [in Russian].

14. Rivis, J. F., Shelevach, A. V., Fedak, V. V., Gopanenko, O. O., & Saranchuk, I. I. (2017). Kilkisni khromatohrafichni metody vyznachennya okremykh lipidiv i zhyrnykh kyslot u biolohichnomu materiali: metod. posibnyk [Quantitative chromatographic methods for determination of individual lipids and fatty acids in biological material: method. manual]. Lviv : Spolom [in Ukrainian].

15. Khavezov, I., & Tsalev, D. (1983). Atomno-absorbtsionnyy analiz [Atomic absorption analysis]. Leningrad : Khimiya [in Russian].

16. Yakovlev, M. V. (1958). Izucheniye sorbtsionnykh svoystv nekotorykh organov pri eksperimental'nom tuberkuleze metodom okrashivaniya. Issledovaniye svoystv selezenki i legkikh. Soobshcheniye III [The study of the sorption properties of certain organs in experimental tuberculosis by staining. The study of the properties of the spleen and lungs. Message III]. *Byulleten' eksperimental'noy biologii i meditsiny*. – *Bulletin of experimental biology and medicine.* Moscow : Medgiz, XIV, 45–54 [in Russian].

СОРБЦИОННОЕ СОСТОЯНИЕ ТКАНЕЙ ГОЛОВЫ, ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ И МЕДОВАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ПЧЕЛ ПРИ РАЗНОМ КОЛИЧЕСТВЕ ЛЬНЯНОГО МАСЛА В КОРМОВОЙ ДОБАВКЕ

Саранчук И. И., Буковинская государственная сельскохозяйственная опытная станция Института сельского хозяйства Карпатского региона НААН.

Целью исследований является установление связи между содержанием фосфолипидов, их жирнокислотным составом, сорбционной способностью тканей головы, воспроизводительной способностью и производительностью медоносных пчел в зависимости от количества льняного масла в кормовой добавке.

Установлено, что в результате добавления к кормовой добавке, которая состоит из обезжиренной соевой муки и сахарного сиропа, льняного масла в количестве 10 и 20 г в ней дозозависимо возрастает содержание насыщенных, мононенасыщенных и особенно полиненасыщенных жирных кислот, как в составе жирных кислот общих липидов, так и в составе неэстерифицированных жирных кислот. Скармливание кормовой добавки, обогащенной льняным маслом, приводит к дозозависимому увеличению концентрации фосфолипидов в тканях головы медоносных пчел. Одновременно в фосфолипидах тканей головы пчел I и II исследовательских групп возрастает относительное содержание полиненасыщенных жирных кислот семейства ω-3, но уменьшается – мононенасыщенных жирных кислот семейства ω-9. При этом в фосфолипидах тканей головы медоносных пчел I и II исследовательских групп существенно возрастает соотношение относительного содержания полиненасыщенных жирных кислот семейства ω-3 до полиненасыщенных жирных кислот семейства ω-6. Увеличение концентрации фосфолипидов и относительного содержания в них полиненасыщенных жирных кислот семейства ω-3 приводит к дозозависимому росту сорбционной способности тканей головы медоносных пчел I и II исследовательских групп. При этом в тканях головы медоносных пчел I и особенно II исследовательских групп возрастает содержание Никеля, Свинца и Кадмия. Кроме того, в тканях головы медоносных пчел II исследовательской группы возрастает содержание Меди и Хрома. Изменения содержания фосфолипидов, их жирнокислотного состава и сорбционной способности тканей головы медоносных пчел I и особенно II исследовательских групп сопровождаются изменениями воспроизводительной способности маток и медовой продуктивности рабочих пчел. В частности, у пчелиных маток II и особенно I исследовательских групп соответственно на 6,4 и 15,4 % возрастает яйцекладка, а у рабочих пчел – соответственно на 10,7 и 17,5 % медовая продуктивность.

Ключевые слова: медоносные пчелы, жирные кислоты, фосфолипиды, кормовая добавка, воспроизводимая способность маток, медовая продуктивность пчел.

SORPTION CONDITION OF HEAD TISSUES AND REPRODUCTIVE ABILITY AND HONEY PRODUCTIVITY OF BEES FED WITH DIFFERENT AMOUNTS OF FLAX OIL IN FEED ADDITIVE

Saranchuk I. I., Bukovyna state agricultural experimental station Institute of agriculture of the Carpathian region of NAAS.

The research aims to establish a connection between the content of phospholipids, their fatty acid composition and the sorption capacity of honey bee head tissues and their reproductive capacity and productivity depending on the amount of flaxseed oil in the feed additive.

It was found that the addition of flaxseed oil in the amount of 10 and 20 g into the feed additive which consists of low-fat soy flour and sugar syrup, demonstrates the dose-dependent increase in the content of saturated, monounsaturated and especially polyunsaturated fatty acids both in fatty acids of total lipids and non-esterified fatty acids. Feeding honey bees with a feed additive enriched with flax oil leads to a dose-dependent increase in the concentration of phospholipids in the tissues of the head of

honey bees. At the same time, the relative content of polyunsaturated fatty acids of the ω-3 family increases in the phospholipids of bee tissues of the 1st and 2nd experimental groups, but the content of monounsaturated fatty acids of the ω-9 family decreases. In this case, the ratio of the relative content of polyunsaturated fatty acids of the ω-3 family to the polyunsaturated fatty acids of the ω-6 family in the phospholipids of the head tissues of honey bees of the 1st and 2nd experimental groups grows significantly. The increase in the concentration of phospholipids and the relative content of polyunsaturated fatty acids in the ω-3 family leads to a dose-dependent increase in the sorption capacity of the head tissues of honey bees of the 1st and 2nd experimental groups. At the same time, the tissue of the honey bee head in the 1st and mainly the 2nd experimental groups undergo the increase in the content of Nickel, Plumbum and Cadmium. In addition, the content of Copper and Chromium rises in the tissues of the head of honey bees of the 2nd experimental group. Changes in the content of phospholipids, their fatty acid composition and sorption capacity of the tissues of the head of honey bees of the 1st and especially 2nd experimental groups are accompanied by changes in the reproductive capacity of queens and honey productivity of worker bees. Specifically, the egg laying of queens in the 2nd and, to a greater extent, 1st experimental groups increase by 6.4% and 15.4%, respectively, and honey productivity of worker bees increases by 10.7% and 17.5%, respectively.

Keywords: honey bees, fatty acids, phospholipids, feed supplement, queen bees reproductive ability, bees (workers) honey productivity.

УДК 636.13.051.082(477)
DOI 10.32900/2312-8402-2021-125-205-216

ПАРАМЕТРИ СЕЛЕКЦІЇ, ГЕНЕАЛОГІЧНА СТРУКТУРА ТА МЕТОДИ РОЗВЕДЕННЯ УКРАЇНСЬКОЇ ВЕРХОВОЇ ПОРОДИ КОНЕЙ

Ткачова І. В., д. с.-г. н.
https://orcid.org/0000-0002-4235-7257
Інститут тваринництва НААН

Українська верхова порода – провідна порода коней в Україні спортивного напряму роботоздатності. Тривалий період селекційного удосконалення потребує встановлення параметрів селекції, за якими буде продовжено селекційний процес з урахуванням сучасних потреб класичних видів кінного спорту.

Дослідження проведені на усьому поголів'ї породи, що утримується суб'єктами племінної справи та приватними власниками. Встановлено кількісні показники породи, які становлять: загальне поголів'я 672 гол., в тому числі племінних кобил репродуктивного віку – 266 гол.

Встановлені параметри селекції, за якими необхідно вести подальше удосконалення української верхової породи: призначення - племінні коні переважно для чистопородного розведення, коні з універсальною спортивною роботоздатністю; методи розведення – чистопородне за лініями, схрещування на рівні прилиття крові з вихідними та іншими спортивними породами, умовна кровність за вихідними породами – ¾, за іншими – ½; племінне ядро має складати не менше 800 чистопорідних кобил; кількість генеалогічних ліній має залишатись на сучасному рівні – 7 або збільшуватись; кількість жеребців-плідників у лініях – не мен-