

ВМІСТ РІЗНИХ ФОРМ ЖИРНИХ КИСЛОТ У ТКАНИНАХ ГОЛОВИ МЕДОНОСНИХ БДЖІЛ ЗА ВПЛИВУ ЕКОЛОГІЧНИХ УМОВ ДОВКІЛЛЯ

I. I. Саранчук, Й. Ф. Рівіс

Інститут біології тварин УААН

На початку літнього періоду в тканинах голови медоносних бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, зменшується загальний вміст неетерифікованих форм, у тому числі вміст насичених, мононенасичених та поліненасичених жирних кислот родин n-3 і n-6 та збільшується вміст солей жирних кислот. У тканинах голови бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, зменшується перетворення неетерифікованої ліноленової, і, особливо, лінолевої кислот, у більш ненасичені жирні кислоти. Найбільше зменшується вміст неетерифікованих насичених, мононенасичених і поліненасичених жирних кислот і збільшується вміст аніонної форми цих жирних кислот у тканинах голови медоносних бджіл, які утримуються на території з інтенсивним рухом транспорту та роботою промислових підприємств.

Ключові слова: ТКАНИНИ МЕДОНОСНИХ БДЖІЛ, ЕКОЛОГІЧНІ УМОВИ ДОВКІЛЛЯ, ЖИРНІ КИСЛОТИ.

Жирнокислотний склад ліпідів пилку медоносних рослин залежить, з одного боку, від їх виду [1], а з другого — від впливу агротехнічних умов росту та екологічних факторів, зокрема, від ступеня антропогенного навантаження на території [1, 2]. Ліпіди пилку рослин, після їх засвоєння, використовуються в синтезі ліпідів тканин бджіл [1, 2, 3]. Проте в синтезі ліпідів тканин бджіл використовуються не тільки екзогенні жирні кислоти, тобто ліпіди пилку, а й ендogenousні жирні кислоти, які синтезуються у тканинах бджіл *de novo* [3, 4, 5]. Тому визначення вмісту неетерифікованих і аніонних форм жирних кислот є більш інформативними показниками при дослідженні впливу екологічних факторів на обмін ліпідів у тканинах бджіл, ніж концентрація жирних кислот загальних ліпідів. У зв'язку з цим, метою нашої роботи було дослідження впливу екологічних факторів на вміст різних форм жирних кислот у тканинах голови бджіл. При цьому в тканинах голови медоносних бджіл визначали вміст не тільки неетерифікованих форм жирних кислот, а й вміст їх солей. При аналізі наявної літератури ми не виявили даних про вміст солей (аніонних форм жирних кислот) у тканинах бджіл.

Матеріали і методи

Дослідження проведені у різних екологічних зонах Львівщини. Контролем слугувала умовно екологічно чиста зона, в якій спостерігався помірний рух транспорту та були відсутні промислові підприємства (с. Перегніїв Золочівського р-ну). Дослідними були екологічно забруднені зони інтенсивного руху електро- і автотранспорту та роботи промислових підприємств (м. Львів), діяльності вугільних шахт і збагачувальних комбінатів (м. Червоноград Сокальського р-ну) та гірничо-видобувного комбінату і цементного заводу (с. Розвадів Миколаївського р-ну). У кожній із наведених вище екологічних зон Львівщини на початку літнього періоду відбирали зразки медоносних бджіл. Відбір зразків бджіл проводили у трьох повторностях. У відібраних тканинах голови медоносних бджіл методом газорідної хроматографії визначали концентрацію неетерифікованих [6, 7] і аніонних [8] форм жирних кислот.

Отримані результати опрацьовані за допомогою стандартного пакету статистичних програм *Microsoft EXCEL*.

Результати й обговорення

У результаті проведених досліджень встановлено, що екологічні умови довкілля впливають на загальний вміст неетерифікованих форм жирних кислот у тканинах голови медоносних бджіл. Так, загальний вміст неетерифікованих форм жирних кислот у тканинах голови медоносних бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, є меншим, ніж у тканинах голови медоносних бджіл, які утримуються в умовно екологічно чистій зоні (табл. 1).

Таблиця 1

Концентрація неетерифікованих форм жирних кислот у тканинах голови медоносних бджіл на початку літнього періоду, г⁻³/кг натуральної маси (M±m, n=3)

НЕЖК та їх код	Екологічні зони			
	територія з помірним рухом транспорту та відсутністю промислових підприємств	територія з інтенсивним рухом транспорту та роботою промислових підприємств	територія біля вугільних шахт і збагачувальних комбінатів	територія біля гірничо-видобувного комбінату та цементного заводу
Каприлова, 8:0	3,7 ± 0,24	2,6 ± 0,22*	2,9 ± 0,25	3,2 ± 0,27
Капринова, 10:0	4,4 ± 0,20	3,5 ± 0,18*	3,7 ± 0,15*	4,0 ± 0,18
Лауринова, 12:0	9,0 ± 0,35	8,0 ± 0,18*	8,3 ± 0,32	8,6 ± 0,35
Міристинова, 14:0	16,9 ± 0,87	14,5 ± 0,35*	15,2 ± 0,29	15,7 ± 0,36
Пентадеканова, 15:0	34,8 ± 1,03	30,7 ± 0,32**	31,2 ± 0,34*	32,5 ± 0,48
Пальмітинова, 16:0	491,1 ± 6,67	477,5 ± 5,85	479,1 ± 6,25	483,5 ± 6,71
Пальмітоолеїнова, 16:1	45,7 ± 1,45	41,4 ± 0,46*	42,2 ± 0,61	43,8 ± 1,28
Стеаринова, 18:0	377,2 ± 3,91	365,1 ± 2,95*	367,1 ± 2,48	372,0 ± 3,65
Олеїнова, 18:1	1567,1 ± 8,66	1539,3 ± 7,55	1550,2 ± 12,08	1556,1 ± 12,01
Лінолева, 18:2	1366,8 ± 8,03	1329,7 ± 7,48*	1337,0 ± 7,97*	1347,0 ± 7,62
Ліноленова, 18:3	1680,0 ± 7,31	1646,7 ± 5,88*	1652,0 ± 5,81*	1660,3 ± 5,88
Арахісова, 20:0	45,9 ± 0,86	39,0 ± 0,58***	40,5 ± 1,12**	42,6 ± 1,33
Ейкозаснова, 20:1	116,3 ± 2,26	105,9 ± 2,26*	107,7 ± 2,39*	111,8 ± 2,43
Ейкозациєнова, 20:2	119,7 ± 1,56	110,1 ± 1,46**	111,2 ± 1,56**	114,0 ± 1,30*
Ейкозатриєнова, 20:3	87,3 ± 1,76	80,9 ± 1,41*	82,5 ± 1,54	84,8 ± 1,47
Арахідонова, 20:4	1473,9 ± 7,66	1441,6 ± 5,28*	1444,7 ± 5,73*	1453,9 ± 6,25
Ейкозапентаєнова, 20:5	1082,6 ± 8,05	1056,3 ± 4,59*	1064,4 ± 7,39	1071,6 ± 7,95
Докозациєнова, 22:2	107,6 ± 2,46	100,5 ± 1,98	101,6 ± 2,43	104,3 ± 2,17
Докозатриєнова, 22:3	136,4 ± 2,95	125,1 ± 1,85*	126,4 ± 2,21*	131,4 ± 2,72
Докозатетраєнова, 22:4	214,4 ± 3,41	198,9 ± 3,32*	200,6 ± 3,21*	206,3 ± 3,52
Докозапентаєнова, 22:5	482,8 ± 6,21	449,9 ± 5,63**	455,4 ± 6,19*	465,3 ± 6,72
Докозагексаєнова, 22:6	508,4 ± 6,16	487,5 ± 5,89*	491,6 ± 5,56	501,0 ± 6,71
Загальна концентрація НЕЖК	9972,0	9654,7	9715,5	9813,7
в т. ч. насичені	983,0	940,9	948,0	962,1
мононенасичені	1729,1	1686,6	1700,1	1711,7
поліненасичені	7259,9	7027,2	7067,4	7139,9
n-3/n-6	1,30	1,30	1,30	1,30

Примітка: в цій і наступній таблиці * — P < 0,05; ** — P < 0,01; *** — P < 0,001.

Зменшення загального вмісту неетерифікованих форм жирних кислот у тканинах голови бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, може вказувати на зниження забезпеченості їх організму легкодоступною енергією. Найменший вміст неетерифікованих форм жирних кислот виявлено у тканинах голови медоносних бджіл, які

утримуються на території з інтенсивним рухом транспорту та роботою промислових підприємств. Менша концентрація неетерифікованих форм насичених жирних кислот у тканинах голови медоносних бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, порівняно з тканинами голови бджіл, які утримуються на умовно екологічно чистій території (табл. 1), зумовлена меншим вмістом у їх складі жирних кислот з парним (910,2–929,6 проти 948,2 г⁻³/кг натуральної маси) і непарним (30,7–32,5 проти 34,8 г⁻³/кг натуральної маси) числом вуглецевих атомів у ланцюгу. Слід наголосити на тому, що неетерифікованим формам насичених жирних кислот властиві найбільші запаси легкодоступної енергії [2, 5]. Як видно із наведених даних у таблиці 1, менша кількість неетерифікованих форм мононенасичених жирних кислот у тканинах голови медоносних бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, порівняно з тканинами голови бджіл, які утримуються на умовно екологічно чистій території, зумовлена меншим вмістом у їх складі жирних кислот родин n-7 (41,4–43,8 проти 45,7 г⁻³/кг натуральної маси) і n-9 (1645,2–1667,9 проти 1683,4), а поліненасичених жирних кислот — родин n-3 (3964,4–4035,9 проти 4104,6) і n-6 (3062,8–3104,0 проти 3155,3 г⁻³/кг натуральної маси). Відношення неетерифікованих форм поліненасичених жирних кислот родини n-3 до неетерифікованих форм поліненасичених жирних кислот родини n-6 при цьому не змінюється (табл. 1). При цьому, у тканинах голови бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, порівняно з тканинами голови бджіл, які утримуються в умовно екологічно чистій зоні, дещо зменшується інтенсивність перетворень неетерифікованих форм лінолевої (0,70–0,71 проти 0,69) та ліноленової (однозначно 0,77 проти 0,76) кислот у їх більш довголанцюгові та більш ненасичені похідні. Зниження рівня неетерифікованих форм поліненасичених жирних кислот у тканинах голови бджіл може вказувати на зменшення їх забезпеченості структурними [5] та біологічно активними [5, 9] компонентами. Найбільше зменшується концентрація неетерифікованих форм мононенасичених і поліненасичених жирних кислот у тканинах голови медоносних бджіл, які утримуються на території з інтенсивним рухом транспорту та роботою промислових підприємств.

Неетерифіковані форми жирних кислот у тканинах бджіл мають здатність зв'язувати важкі метали [9]. Причому, неетерифіковані форми довголанцюгових жирних кислот (18 і більше атомів вуглецю в ланцюгу) у тканинах бджіл мають максимальну здатність зв'язувати важкі метали, насамперед двовалентні [2, 9]. Встановлено, що екологічні умови довкілля мають вплив на вміст наведених вище жирних кислот у тканинах голови медоносних бджіл. Так, вміст неетерифікованих форм довголанцюгових жирних кислот у тканинах голови бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, порівняно з тканинами голови медоносних бджіл, які утримуються на умовно екологічно чистій території, є менший (9076,5–9222,4 проти 9366,4 г⁻³/кг натуральної маси). Найбільше він зменшується у тканинах голови медоносних бджіл, які утримуються на території з інтенсивним рухом транспорту та роботою промислових підприємств.

З таблиці 1 видно, що у тканинах голови медоносних бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, порівняно з тканинами голови бджіл, які утримуються в умовно чистій зоні, вірогідно зменшується вміст такої неетерифікованої форми жирної кислоти, як ейкозадиєнова. Крім того, у тканинах голови бджіл, які утримуються на територіях з інтенсивним рухом транспорту та роботою промислових підприємств і біля вугільних шахт та збагачувальних комбінатів, вірогідно зменшується концентрація неетерифікованих форм капринової, пентадеканової, лінолевої, ліноленової, арахінової, ейкозаєнової, ейкозатетраєнової-арахідонової, докозатриєнової, докозатетраєнової та докозопентаєнової кислот. До того ж у тканинах голови бджіл, які утримуються на територіях з інтенсивним рухом транспорту та роботою промислових підприємств, вірогідно знижується рівень неетерифікованих форм лауринової, міристинової, пальмітоолеїнової, стеаринової, ейкозатриєнової, ейкозопентаєнової та докозагексаєнової кислот.

Наведене вище вказує на те, що в тканинах медоносних бджіл проходить зв'язування неетерифікованих форм жирних кислот з катіонами, зокрема з важкими металами. При цьому утворюються аніонні форми жирних кислот. Встановлено, що екологічні умови довкілля впливають на загальний вміст аніонних форм жирних кислот у тканинах голови медоносних бджіл. Так, загальний вміст аніонних форм жирних кислот у тканинах голови бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, є більшим, ніж у тканинах голови бджіл, які утримуються в умовно екологічно чистій зоні (табл. 2). Найбільший вміст аніонних форм жирних кислот виявлено у тканинах голови бджіл, які утримуються на території з інтенсивним рухом транспорту та роботою промислових підприємств.

Таблиця 2

Концентрація аніонних форм жирних кислот у тканинах голови медоносних бджіл на початку літнього періоду, г⁻³/кг натуральної маси (M±m, n=3)

Аніонні жирні кислоти та їх код	Екологічні зони			
	територія з помірним рухом транспорту та відсутністю промислових підприємств	територія з інтенсивним рухом транспорту та роботою промислових підприємств	територія біля вугільних шахт і збагачувальних комбінатів	територія біля гірничо-видобувного комбінату та цементного заводу
Каприлова, 8:0	3,4 ± 0,21	4,1 ± 0,15*	3,9 ± 0,18	3,7 ± 0,18
Капринова, 10:0	4,2 ± 0,15	4,8 ± 0,09*	4,7 ± 0,15	4,5 ± 0,15
Лауринова, 12:0	8,8 ± 0,32	9,7 ± 0,18*	9,5 ± 0,29	9,2 ± 0,29
Міристинова, 14:0	16,7 ± 0,54	18,4 ± 0,29*	17,6 ± 0,42	17,2 ± 0,48
Пентадеканова, 15:0	32,0 ± 0,55	39,3 ± 1,21***	38,0 ± 1,00***	35,4 ± 1,30
Пальмітинова, 16:0	477,6 ± 6,06	498,2 ± 4,78*	492,5 ± 5,84	486,0 ± 6,17
Пальмітоолеїнова, 16:1	42,2 ± 1,24	46,8 ± 0,81*	46,1 ± 0,72*	44,4 ± 1,07
Стеаринова, 18:0	347,4 ± 4,72	359,0 ± 2,16	358,8 ± 4,26	354,4 ± 4,29
Олеїнова, 18:1	1551,5 ± 7,73	1575,1 ± 3,84*	1569,7 ± 8,25	1560,2 ± 7,10
Ліолева, 18:2	1329,9 ± 2,86	1359,8 ± 3,08***	1356,9 ± 3,07***	1347,2 ± 2,93**
Ліноленова, 18:3	1660,3 ± 6,52	1692,3 ± 5,12**	1690,6 ± 5,43*	1679,9 ± 5,60
Арахісова, 20:0	42,5 ± 1,17	49,5 ± 0,65**	47,7 ± 1,17*	45,5 ± 1,15
Ейкозаснова, 20:1	104,8 ± 2,50	113,4 ± 1,81*	112,0 ± 2,58	108,5 ± 2,58
Ейкозадієнова, 20:2	110,3 ± 1,18	117,9 ± 0,63**	117,0 ± 0,91**	114,0 ± 0,78*
Ейкозатрієнова, 20:3	77,8 ± 2,32	84,5 ± 0,87*	84,0 ± 0,92*	80,0 ± 2,07
Арахідонова, 20:4	1410,4 ± 5,47	1439,2 ± 5,40**	1435,9 ± 5,55*	1430,0 ± 6,77
Ейкозапентаснова, 20:5	992,5 ± 5,30	1009,5 ± 4,14*	1004,7 ± 4,02	998,7 ± 5,11
Докозадієнова, 22:2	98,1 ± 1,94	104,9 ± 1,53*	103,8 ± 1,24*	101,5 ± 1,50
Докозатрієнова, 22:3	124,6 ± 2,51	131,4 ± 0,90*	131,5 ± 2,20	128,5 ± 2,54
Докозатетраснова, 22:4	201,6 ± 3,55	211,8 ± 1,44*	208,2 ± 2,31	204,8 ± 2,81
Докозапентаснова, 22:5	442,4 ± 3,72	457,4 ± 3,27*	455,5 ± 3,28*	449,2 ± 3,53
Докозагексаснова, 22:6	487,2 ± 4,27	499,8 ± 1,47*	500,7 ± 4,26	494,5 ± 4,46
Загальна концентрація аніонних жирних кислот	9566,2	9826,8	9789,3	9697,3
в т. ч. насичені	932,6	983,0	972,7	955,9
мононенасичені	1698,5	1735,3	1727,8	1713,1
поліненасичені	6935,1	7108,5	7088,8	7028,3
n-3/n-6	1,29	1,29	1,29	1,29

Більша кількість аніонних насичених жирних кислот у тканинах голови бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, порівняно з тканинами голови бджіл, які утримуються на умовно екологічно чистій території, зумовлена більшим вмістом у їх складі насичених жирних кислот (табл. 2) з парним (920,5–943,7 проти 900,6 г⁻³/кг натуральної маси) і непарним (35,4–39,3 проти 32,0 г⁻³/кг натуральної маси) числом атомів

вуглецю в ланцюгу. Вона зумовлена також більшим вмістом у їх складі аніонних мононенасичених жирних кислот (табл. 2) родин n-7 (44,4–46,8 проти 42,2 г⁻³/кг натуральної маси) і n-9 (1668,7–1688,5 проти 1656,3 г⁻³/кг натуральної маси). У тканинах голови медоносних бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, також є більша концентрація аніонних поліненасичених жирних кислот (табл. 2) родин n-3 (3955,6–4002,2 проти 3908,6 г⁻³/кг натуральної маси) і n-6 (3072,7–3106,3 проти 3026,5 г⁻³/кг натуральної маси). При цьому, у тканинах голови бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, порівняно з тканинами голови бджіл, які утримуються в умовно екологічно чистій зоні, не змінюється інтенсивність перетворень аніонної форми лінолевої (однозначно 0,78 проти 0,78) та ліноленової (0,73–0,74 проти 0,74) кислот у їх більш довголанцюгові та більш ненасичені похідні. Відношення аніонних форм поліненасичених жирних кислот родини n-3 до аніонних форм поліненасичених жирних кислот родини n-6 при цьому не змінюється (табл. 2). Найбільше зростає вміст аніонних насичених, мононенасичених і поліненасичених жирних кислот у тканинах голови медоносних бджіл, які утримуються на території з інтенсивним рухом транспорту та роботою промислових підприємств.

З таблиці 2 видно, що у тканинах голови медоносних бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, порівняно з тканинами голови бджіл, які утримуються в умовно чистій зоні, вірогідно зростає вміст таких аніонних форм жирних кислот, як лінолева та ейкозациєнова. Крім того, у тканинах голови медоносних бджіл, які утримуються на територіях з інтенсивним рухом транспорту та роботою промислових підприємств і біля вугільних шахт і збагачувальних комбінатів, порівняно з тканинами голови бджіл, які утримуються в умовно чистій зоні, вірогідно збільшується концентрація таких аніонних форм жирних кислот, як пентадеканова, пальмітоолеїнова, ліноленова, арахінова, ейкозатриєнова, ейкозатетраєнова-арахідонова, докозациєнова та докозапентаєнова. До того ж у тканинах голови медоносних бджіл, які утримуються на територіях з інтенсивним рухом транспорту та роботою промислових підприємств, вірогідно підвищується рівень аніонних форм пальмітинової, олеїнової, ейкозапентаєнової, докозатриєнової, докозатетраєнової та докозагексаєнової кислот.

Висновки

1. На початку літнього періоду в тканинах голови медоносних бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, зменшується загальний вміст неетерифікованих форм насичених жирних кислот з парним і непарним числом вуглецевих атомів у ланцюгу, мононенасичених жирних кислот родин n-7 і n-9 та поліненасичених жирних кислот родин n-3 і n-6.

2. У тканинах голови медоносних бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, на початку літнього періоду збільшується загальна концентрація аніонних форм насичених жирних кислот з парним та непарним числом вуглецевих атомів у ланцюгу, мононенасичених жирних кислот родин n-7 і n-9 та поліненасичених жирних кислот родин n-3 і n-6.

3. На початку літнього періоду найінтенсивніше зменшується вміст неетерифікованих форм насичених, мононенасичених і поліненасичених жирних кислот і, навпаки, збільшується концентрація аніонних форм насичених мононенасичених і поліненасичених жирних кислот у тканинах голови медоносних бджіл, які утримуються на території з інтенсивним рухом транспорту та роботою промислових підприємств.

Перспективи подальших досліджень. Необхідно визначити вплив екологічних умов довкілля на вміст різних форм жирних кислот у бджолиних стільниках. Встановити, які екологічні умови довкілля найбільше впливають на вміст різних форм жирних кислот у

стільниках. Дати рекомендації щодо зменшення шкідливого впливу екологічних умов довкілля на організм медоносних бджіл і якість їх продукції, зокрема меду.

I. I. Saranchuk, J. F. Rivis

CONTENT OF DIFFERENT FAT ACIDS FORMS IN TISSUES OF MELLIFEROUS BEES' HEAD AT INFLUENCE OF ECOLOGICAL ENVIRONMENTAL CONDITIONS

S u m m a r y

At the beginning of summer period in tissues of melliferous bees' head which are kept in ecologically polluted territories the total content of nonetherified forms diminishes, including content of saturated, monounsaturated and polyunsaturated acids of n-3 and n-6 families and content of fat acids salts is multiplied. In tissues of melliferous bees' head which are kept in ecologically polluted territories, transformation of nonetherified linolenic and especially, linoleic acids into more unsaturated fat acids diminishes. The content of nonetherified saturated, monounsaturated and polyunsaturated fat acids diminishes most sufficiently and the content of anion form of these fat acids in tissues of melliferous bees head which are kept in territory with intensive traffic and work of plants is multiplied.

И. И. Саранчук, И. Ф. Ривис

СОДЕРЖАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ ЖИРНЫХ КИСЛОТ В ТКАНЯХ ГОЛОВЫ МЕДОНОСНЫХ ПЧЕЛ ПРИ ВЛИЯНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ СРЕДЫ

А н н о т а ц и я

В начале летнего периода в тканях головы медоносных пчел, которые содержатся на экологически загрязненных территориях, уменьшается общее содержание неэтерифицированных форм, в том числе содержание насыщенных, мононенасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот семейств n-3 и n-6 и увеличивается содержание солей жирных кислот. В тканях головы пчел, которые содержатся на экологически загрязненных территориях, уменьшается превращение неэтерифицированной линоленовой и, особенно, линолевой кислот, в более ненасыщенные жирные кислоты. Наиболее уменьшается содержание неэтерифицированных насыщенных, мононенасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот и, увеличивается содержание анионной формы этих жирных кислот в тканях головы медоносных пчел, которые содержатся на территории с интенсивным движением транспорта и работой промышленных предприятий.

1. *Богданов Г. О.* Жирні кислоти пилку рослин (бджолиного обніжжя) та їх роль в метаболічних процесах і життєдіяльності бджіл [Текст] / Богданов Г. О., Поліщук В. П., Рівіс Й. Ф., Локутова О. А. // Біологія тварин. — 2003. — Т. 5, № 1–2. — С. 149–158.

2. *Богданов Г. О.* Біологічна оцінка бджолиного обніжжя [Текст] / Богданов Г. О., Поліщук В. П., Рівіс Й. Ф., Локутова О. А. // Науковий вісник ЛНАВМ ім. С. З. Гжицького. — 2005. — Т. 7 (№ 1), Ч. 2. — С. 227–239.

3. *Manning R.* Fatty acids in pollen: a revive of their importance for honey bees [Text] / R. Manning // Bee World. — 2001. — Vol. 82 (2). — P. 60–75.

4. *Кононський О. І.* Біохімія тварин [Текст] / Кононський О. І. — Київ : Вища школа, 2006. — 454 с.

5. *Ленинджер А.* Биохимия. Молекулярные основы структуры и функций клетки [Текст] / А. Ленинджер ; пер. с англ., под ред. А. А. Баева и Я. М. Варшавского. — М. : Мир, 1974. — 957 с.

6. *Рівіс Й. Ф.* Газохроматографічне визначення високомолекулярних неетерифікованих жирних кислот в біологічному матеріалі [Текст] / Й. Ф. Рівіс, Б. Б. Данилик // Український біохімічний журнал. — 1997. — Т. 69, № 1. — С. 79–83.

7. *Рівіс Й. Ф.* Одночасне газохроматографічне визначення окремих етерифікованих і неетерифікованих високомолекулярних кислот у біологічному матеріалі [Текст] / Рівіс Й. Ф., Скорохід І. В., Данилик Б. Б., Процик Я. М. // Український біохімічний журнал. — 1997. — Т. 69, № 2. — С. 110–115.

8. *Рівіс Й. Ф.* Метод визначення аніонних високомолекулярних жирних кислот у біологічному матеріалі [Текст] / Й. Ф. Рівіс, Б. Б. Данилик, Я. М. Процик // Вісник аграрної науки. — 1996. — № 8. — С. 46–47.

9. *Jenkins T. C.* Effect of added fat and calcium on in vitro formation of insoluble fatty acid soaps and cell wall digestibility [Text] / T. C. Jenkins, D. L. Palmquist // J. of Anim. Sci. — 1982. — Vol. 55, № 4. — P. 957–963.

Рецензент: зав. сектору інтелектуальної власності та маркетингу інновацій, к. б. н., с. н. с. Грабовська О. С.