

**КОНЦЕНТРАЦІЯ РІЗНИХ ФОРМ ЖИРНИХ КИСЛОТ
У ТКАНИНАХ ЧЕРЕВЦЯ МЕДОНОСНИХ БДЖІЛ
ЗАЛЕЖНО ВІД ЕКОЛОГІЧНИХ УМОВ ДОВКІЛЛЯ**

I. I. Саранчук, канд. с.-г. наук

Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція
Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН

Показано, що в тканинах черевця медоносних бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, в кінці літнього періоду міститься більша кількість таких важких металів, як цинк, мідь, нікель, свинець та кадмій. У наведений вище період року 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 черевця медоносних бджіл, які утримуються на території біля вугільних шахт і збагачувальних комбінатів.

Ключові слова: тканини медоносних бджіл, важкі метали, жирні кислоти.

Одним з основних джерел енергії [1, 2] і біологічно активних речовин [2, 3] для медоносних бджіл є жирні кислоти пилку та перги. Незамінні поліненасичені жирні кислоти життєво необхідні для тканин бджіл [1]. Вони необхідні в тканинах для побудови клітинних мембран [1, 4]. Крім того, у тканинах бджіл із незамінних поліненасичених жирних кислот синтезуються біологічно активні речовини — простагландини, лейкотриєни та тромбоксани [2, 4, 5]. Насичені, мононенасичені та поліненасичені жирні кислоти, як у чистому вигляді, так і у вигляді ефірів з вищими спиртами, необхідні у черевних воскових залозах для побудови стільників [5]. Жирні кислоти у черевці, у вигляді жирового тіла, відкладаються про запас [6]. Рівень неетерифікованих форм жирних кислот у тканинах черевця медоносних бджіл залежить від інтенсивності процесів їх обміну (етерифікації, окиснення, зв'язування з катіонами) [5], а аніонних — від вмісту в них катіонів [2]. У літературі відсутні дані щодо впливу

екологічних умов довкілля на концентрацію різних форм жирних кислот у тканинах черевця медоносних бджіл.

Мета роботи — дослідження концентрації неетерифікованої та аніонної форм жирних кислот у тканинах черевця медоносних бджіл залежно від екологічних умов довкілля.

Матеріал і методика досліджень. Дослідження проведені у різних екологічних зонах Львівщини. Контролем слугувала умовно екологічна чиста зона, в якій спостерігався помірний рух транспорту та були відсутні промислові підприємства (с. Перегноїв Золочівського району). Дослідними були екологічно забруднені зони діяльності вугільних шахт і збагачувальних комбінатів (м. Червоноград Сокальського району) та гірничо-видобувного комбінату і цементного заводу (с. Розвадів Миколаївського району). У кожній із наведених вище екологічних зон Львівщини в кінці літнього періоду відбирали зразки медоносних бджіл. Відбір зразків бджіл проводили у трьох повторностях.

У відібраних тканинах черевця медоносних бджіл методом газорідинної хроматографії визначали концентрацію неетерифікованих і аніонних форм жирних кислот [7]. Отримані результати досліджень оброблено за допомогою стандартного пакету статистичних програм *Microsoft EXCEL*.

Результати досліджень. Встановлено, що у тканинах черевця медоносних бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, порівняно з контролем, в кінці літнього періоду міститься більша кількість таких важких металів, як цинк, мідь, нікель, свинець та кадмій. Вміст таких важких металів, як залізо та хром — значно коливається. Разом з тим, у тканинах черевця медоносних бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, у кінці літнього періоду утримання змінюється вміст неетерифікованих і аніонних форм жирних кислот. Це впливає на енергетичну [1, 2], функціонально-метаболичну та біологічну цінність [1, 2, 8, 9] жирних кислот для організму медоносних бджіл.

Нами встановлено, що екологічні умови довкілля впливають на загальний вміст неетерифікованих форм жирних кислот у тканинах черевця медоносних бджіл. Так, загальний вміст неетерифікованих форм жирних кислот у тканинах черевця медоносних бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, порівняно з контролем, є меншим (табл. 1). Це може вказувати на зниження забезпеченості їх організму легкодоступною енергією. Найменший вміст неетерифікованих форм жирних кислот виявлено у тканинах черевця медоносних бджіл, які утримуються на території біля вугільних шахт і збагачувальних комбінатів.

Таблиця 1. Концентрація неетерифікованих форм жирних кислот у тканинах черевця медоносних бджіл, г³/кг натуральної маси, M±m, n=3

НЕЖК та їх код	Екологічні зони		
	територія з помірним рухом транспорту та відсутністю промислових підприємств	територія біля вугільних шахт і збагачувальних комбінатів	територія біля гірничо-видобувного комбінату та цементного заводу
Каприлова, 8:0	4,9±0,20	4,3±0,11*	4,6±0,14
Капринова, 10:0	3,2±0,09	2,9±0,09	3,0±0,09
Лауринова, 12:0	3,3±0,11	3,0±0,09	3,1±0,09
Міристинова, 14:0	4,2±0,11	3,8±0,07*	4,0±0,09
Пентадеканова, 15:0	6,3±0,15	6,0±0,16	6,1±0,19
Пальмітинова, 16:0	113,7±1,12	112,6±1,24	113,1±1,09
Пальмітоолеїнова, 16:1	11,1±0,30	10,5±0,24	10,8±0,33
Стеаринова, 18:0	72,1±0,48	71,3±0,45	71,7±0,50
Олеїнова, 18:1	352,5±1,29	350,4±1,21	351,1±1,21
Лінолева, 18:2	250,8±1,19	248,3±1,25	249,6±1,34
Ліноленова, 18:3	334,8±1,42	331,9±1,61	333,2±1,66
Арахінова, 20:0	8,8±0,05	8,6±0,04*	9,0±0,05
Ейкозаєнова, 20:1	21,6±0,33	20,1±0,32*	20,8±0,30
Ейкозадиснова, 20:2	33,6±0,42	32,0±0,38*	32,8±0,43
Ейкозатриєнова, 20:3	15,9±0,35	14,3±0,42*	15,1±0,42
Арахідонова, 20:4	262,0±1,37	258,1±1,15	259,4±1,14
Ейкозапентаєнова, 20:5	208,4±1,24	205,0±1,21	206,5±1,34
Докозадиснова, 22:2	31,1±0,33	29,7±0,24*	30,3±0,30
Докозатриєнова, 22:3	34,5±0,36	33,2±0,34*	33,8±0,36
Докозатетраснова, 22:4	32,9±0,18	31,3±0,27**	32,1±0,17*
Докозапентаєнова, 22:5	54,1±0,69	52,2±0,68	53,0±0,69
Докозагексаєнова, 22:6	62,8±0,67	61,4±0,72	62,0±0,68
Загальна концентрація НЕЖК	1922,6	1890,9	1905,1
в т. ч. насичені	216,5	212,5	214,6
мононенасичені	385,2	381,0	382,7
поліненасичені	1320,9	1297,4	1307,8
n-3/n-6	1,22	1,23	1,23

Примітка: в цій і наступній таблиці * — p<0,05-0,02; ** — p<0,01; *** — p<0,001.

Менша концентрація неетерифікованих форм насичених жирних кислот у тканинах черевця медоносних бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, порівняно з контролем (табл. 1), зумовлена меншим вмістом у їх складі жирних кислот з парним (206,5–208,5 проти 210,2 г⁻³/кг натуральної маси) і непарним (6,0–6,1 проти 6,3 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 наведеної вище таблиці, менша кількість неетерифікованих форм мононенасичених жирних кислот у тканинах черевця медоносних бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, порівняно з контролем, зумовлена меншим вмістом у їх складі жирних кислот родин n-7 (10,5–10,8 проти 11,1 г³/кг натуральної маси) і n-9 (370,5–371,9 проти 374,1), а поліненасичених жирних кислот — родин n-3 (715,0–720,6 проти 727,5) і n-6 (582,4–587,2 проти 593,4 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 зростає (табл. 1). При цьому, у тканинах черевця бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, порівняно з контролем, зменшується інтенсивність перетворень неетерифікованих форм лінолевої (однозначно 0,74 проти 0,73) та ліноле-нової (0,86–0,87 проти 0,85) кислот у їх більш довголанцюгові та більш ненасичені похідні. Зниження рівня неетерифікованих форм поліненасичених жирних кислот у тканинах черевця бджіл може вказувати на зменшення їх забезпеченості структурними та біологічно активними компонентами. Найбільше зменшується концентрація неетерифікованих форм мононенасичених і поліненасичених жирних кислот у тканинах черевця бджіл, які утримуються на території біля вугільних шахт і збагачувальних комбінатів.

Неетерифіковані форми жирних кислот у тканинах бджіл мають здатність зв'язувати важкі метали [8]. 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, 8]. Нами встановлено, що екологічні умови довкілля мають вплив на вміст наведених вище жирних кислот у тканинах черевця медоносних бджіл. Так, вміст неетерифікованих форм довголанцюгових жирних кислот у тканинах черевця бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, порівняно з контролем, є менший. Найбільше він зменшується у тканинах черевця медоносних бджіл, які утримуються на території біля вугільних шахт і збагачувальних комбінатів.

Таблиця 2. Концентрація аніонних жирних кислот у тканинах черевця медоносних бджіл, 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 біля вугільних шахт і збагачувальних комбінатів	територія біля гірничо-видобувного комбінату та цементного заводу
Каприлова, 8:0	3,0±0,13	3,3±0,12	3,2±0,12
Капринова, 10:0	2,1±0,08	2,3±0,05	2,2±0,07
Лауринова, 12:0	2,3±0,07	2,6±0,07*	2,4±0,08
Міристинова, 14:0	2,6±0,13	2,9±0,11	2,8±0,15
Пентадеканова, 15:0	4,2±0,13	4,5±0,14	4,3±0,14
Пальмітинова, 16:0	69,5±0,49	70,8±0,43	70,2±0,48
Пальмітоолеїнова, 16:1	7,2±0,08	7,7±0,06**	7,5±0,10
Стеаринова, 18:0	42,8±0,35	44,1±0,33*	43,4±0,37
Олеїнова, 18:1	190,5±0,74	192,7±0,80	192,1±0,75
Лінолева, 18:2	159,1±0,80	160,9±0,51	160,1±0,77
Ліноленова, 18:3	218,6±1,20	221,7±1,12	220,3±0,86
Арахінова, 20:0	5,5±0,11	6,0±0,05**	5,8±0,06
Ейкозаєнова, 20:1	13,6±0,22	14,7±0,26*	14,2±0,26
Ейкозадиснова, 20:2	27,8±0,28	29,2±0,27*	28,7±0,25
Ейкозатриєнова, 20:3	10,1±0,28	11,1±0,22*	10,6±0,25
Арахідонова, 20:4	169,8±1,17	172,7±1,17	171,5±1,17
Ейкозапентаєнова, 20:5	130,4±0,83	132,2±0,72	131,4±0,73
Докозадиснова, 22:2	21,1±0,24	22,4±0,24*	21,9±0,22
Докозатриєнова, 22:3	22,1±0,26	23,4±0,22*	22,8±0,22
Докозатетраснова, 22:4	21,6±0,31	23,2±0,29*	22,4±0,31
Докозапентаєнова, 22:5	32,8±0,38	34,3±0,35*	33,6±0,37
Докозагексаєнова, 22:6	38,9±0,47	40,5±0,42*	39,8±0,41
Загальна концентрація аніонних жирних кислот	1195,6	1223,2	1211,2
в т. ч. насичені	132,0	136,5	134,3
мононенасичені	211,3	215,1	213,8
поліненасичені	852,3	871,6	863,1
n-3/n-6	1,20	1,20	1,20

Наведено 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. Нами встановлено, що екологічні умови довкілля впливають на загальний вміст аніонних форм жирних кислот у тканинах черевця медоносних бджіл. Так, загальний вміст аніонних форм жирних кислот у тканинах черевця бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, порівняно з контролем, є більшим (табл. 2). Найбільший вміст аніонних форм жирних кислот виявлено у тканинах черевця бджіл, які утримуються на території біля вугільних шахт і збагачувальних комбінатів.

Більша кількість аніонних насичених жирних кислот у тканинах черевця бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, порівняно з контролем, зумовлена більшим вмістом у їх складі насичених жирних кислот (табл. 2) з парним (130,0–132,0 проти 127,8 г⁻³/кг натуральної маси) і непарним (4,3–4,5 проти 4,2 г⁻³/кг натуральної маси) числом вуглецевих атомів у ланцюгу. Вона зумовлена також більшим вмістом в їх складі аніонних мононенасичених жирних кислот (табл. 2) родин n-7 (7,5–7,7 проти 7,2 г⁻³/кг натуральної маси) і n-9 (206,3–207,4 проти 204,1 г⁻³/кг натуральної маси). У тканинах черевця медоносних бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, також є більша концентрація аніонних поліненасичених жирних кислот (табл. 2) родин n-3 (470,3–475,3 проти 464,4 г⁻³/кг натуральної маси) і n-6 (392,8–396,3 проти 387,9 г⁻³/кг натуральної маси). При цьому, у тканинах черевця бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, порівняно з контролем, дещо зменшується інтенсивність перетворень аніонної форми лінолевої кислоти (однозначно 0,68 проти 0,69) у її більш довголанцюгові та більш ненасичені похідні, але дещо зростає — ліноленової (0,87–0,88 проти 0,89). 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 черевця медоносних бджіл, які утримуються на території біля вугільних шахт і збагачувальних комбінатів.

Висновки. 1. У кінці літнього періоду в тканинах черевця медоносних бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, міститься більша кількість таких важких металів, як цинк, мідь, нікель, свинець та кадмій.

2. У тканинах черевця бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, в кінці літнього періоду 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.

3. У тканинах черевця медоносних бджіл, які утримуються на екологічно забруднених територіях, в кінці 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.

4. У кінці літнього періоду найінтенсивніше зменшується вміст неетерифікованих форм насичених, мононенасичених і поліненасичених вищих жирних кислот і, навпаки, збільшується концентрація аніонних форм насичених, мононенасичених і поліненасичених жирних кислот у тканинах черевця медоносних бджіл, які утримуються на території біля вугільних шахт і збагачувальних комбінатів.

Список використаної літератури

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

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

3. Поліщук В. П. Біологічні особливості живлення бджіл і збирання квіткового пилку в умовах поліфлорного взятку / В. П. Поліщук, О. А. Локутова // Біологія тварин. — 2002. — Т. 4, № 1–2. — С. 236–242.

4. Мецлер Д. Биохимия. Химические реакции в живой клетке / Д. Мецлер; пер. с англ. под ред. А. Е. Браунштейна, Л. М. Гиномана, Е. С. Северина. — М.: Мир, 1980. — Т. 1. — 408 с.

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

6. Мизюрев В. А. Новое в оценке состояния жирового тела пчел / В. А. Мизюрев // Пчеловодство. — 2004. — № 2. — С. 18–19.

7. Рівіс Й. Ф. Кількісні хроматографічні методи визначення окремих ліпідів і жирних кислот у біологічному матеріалі / Й. Ф. Рівіс, Р. С. Федорук. — Львів: Сполом, 2010. — 109 с.

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

9. Howton D. R. Metabolism of essential fatty acids / D. R. Howton, J. F. Mead // J. Biol. Chem. — 1991. — Vol. 235. — P. 3385–3389.