

## СКЛАД СВІЖОПОБУДОВАНИХ БДЖОЛИНИХ СТІЛЬНИКІВ — ПОКАЗНИК ЕКОЛОГІЧНОЇ ЧИСТОТИ ДОВКІЛЛЯ

*I. I. Саранчук, Й. Ф. Рівіс*

Інститут біології тварин НААН України

*У свіжопобудованих бджолиних стільниках (язиках), які отримано із вуликів, розміщених на екологічно забруднених територіях міститься більша кількість заліза, цинку, міді, нікелю, свинцю та кадмію. Разом з тим, у них за рахунок 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 зменшується загальний вміст неетерифікованих форм жирних кислот, але зростає — аніонних. Встановлено, що у стільниках зони екологічного ризику знижується рівень насичених жирних кислот з 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 загальних ліпідів. Найінтенсивніше змінюється вміст важких металів, неетерифікованих і аніонних форм жирних кислот, а також жирних кислот загальних ліпідів у бджолиних стільниках (язиках), отриманих із вуликів, які розміщені на території з інтенсивним рухом транспорту та роботою промислових підприємств.*

Одними з основних складових, необхідних для побудови бджолиних стільників, є жирні кислоти пилку та його продукту — перги [2, 3, 6]. Жирнокислотний склад пилку та перги впливає на фізичні та антибактеріальні властивості стільників [6, 11]. Жирні кислоти у стільниках знаходяться в етерифікованій (у ефірному зв'язку з довголанцюговими спиртами), неетерифікованій та аніонній (зв'язані з катіонами) формах [4, 5]. Рівень неетерифікованих форм жирних кислот у бджолиних стільниках залежить від інтенсивності процесів їх етерифікації, а аніонних — від вмісту в них катіонів, зокрема металів [2, 5]. У доступній літературі ми не знайшли даних щодо впливу екологічних умов довкілля на вміст важких металів і різних форм жирних кислот у свіжопобудованих бджолиних стільниках. У зв'язку з цим, метою наших досліджень було дослідження вмісту важких металів, неетерифікованої та аніонної форм жирних кислот, а також жирних кислот загальних ліпідів у свіжопобудованих бджолиних стільниках (язиках) залежно від екологічних умов довкілля.

**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. Перегноїв 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 цих екологічних зон Львівщини у літній період відбирали зразки бджолиних стільників (язиків). Відбір бджолиних стільників у кожній із екологічних зон проводився на трьох приватних товарних пасіках. Зразки бджолиних стільників (язиків) у кожній із екологічних зон Львівщини відбирали у трьох повторностях.

У зразках свіжопобудованих бджолиних стільників методом спектрографічного аналізу визначали вміст важких металів [10], а методом газорідинної хроматографії — неетерифікованих [8] і аніонних [9] форм жирних кислот, а також жирних кислот загальних ліпідів [7]. Отримані результати досліджень оброблено за допомогою стандартного пакету статистичних програм *Microsoft EXCEL*.

**Результати й обговорення.** Встановлено, що у бджолиних стільниках (язиках), які отримано із вуликів, розміщених на екологічно забруднених територіях, порівняно з контрольними, міститься більша кількість таких важких металів, як залізо, цинк, мідь, нікель, свинець та кадмій (табл. 1). Таким чином вміст наведених вище важких металів у свіжопобудованих бджолиних стільниках (язиках) може характеризувати ступінь забрудненості ними досліджуваних територій. Разом з тим, у бджолиних стільниках (язиках), які отримано із вуликів, розміщених на екологічно забруднених територіях, змінюється вміст жирних кислот загальних ліпідів, а також неетерифікованих і аніонних форм жирних кислот, що впливає на їх фізичні властивості [1, 2], антибактеріальну та антигрибкову активність [2, 3, 11].

Таблиця 1

**Вміст важких металів у бджолиних стільниках (язиках), мг/кг повітряно-сухої маси (M±m, n=3)**

Важкі метали	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
Fe	19,3±1,96	80,5±2,07***	131,3±13,47***	25,4±0,44*
Zn	2,25±0,076	7,21±0,063***	6,01±0,509***	16,63±0,549***
Cu	0,05±0,007	0,11±0,009***	0,27±0,035***	0,83±0,072***
Cr	0,86±0,049	1,17±0,124	1,62±0,063***	0,84±0,072
Ni	0,05±0,003	0,58±0,021***	0,37±0,040***	0,32±0,018***
Pb	0,39±0,014	0,85±0,061***	0,62±0,056**	1,28±0,055***
Cd	0,02±0,000	0,05±0,003***	0,06±0,003***	0,06±0,003***

Примітка: у цій і наступних таблицях \* —  $p < 0,05-0,02$ ; \*\* —  $p < 0,01$ ; \*\*\* —  $p < 0,001$

Зокрема, екологічні умови довкілля впливають на загальний вміст неетерифікованих форм жирних кислот у бджолиних стільниках. Так, загальний вміст неетерифікованих форм жирних кислот у бджолиних стільниках, отриманих із вуликів, розміщених на екологічно забруднених територіях, є меншим, ніж у контрольних (табл. 2). Найменший вміст жирних кислот загальних ліпідів виявлено у бджолиних стільниках, отриманих із вуликів, розміщених на території з інтенсивним рухом транспорту та роботою промислових підприємств.

Менша кількість неетерифікованих ненасичених жирних кислот у бджолиних стільниках, отриманих із вуликів, розміщених на екологічно забруднених територіях, порівняно з контрольними, в основному зумовлена меншим вмістом у їх складі мононенасичених жирних кислот, зокрема родин n-7 (0,38–0,59 проти 0,72 г/кг натуральної маси) і n-9 (20,49–22,54 проти 24,50). У бджолиних стільниках, отриманих із вуликів, розміщених на екологічно забруднених територіях, також є менша концентрація поліненасичених жирних кислот, зокрема родин n-3 (33,41–36,06 проти 36,39) і n-6 (0,57–0,67 проти 0,83 г/кг натуральної маси). Найбільше зменшується концентрація неетерифікованих форм мононенасичених і поліненасичених жирних кислот у бджолиних стільниках, отриманих із вуликів, розміщених на території з інтенсивним рухом транспорту та роботою промислових підприємств. Відношення неетерифікованих форм поліненасичених жирних кислот родини n-3 до неетерифікованих форм поліненасичених жирних кислот родини n-6 при цьому становить 53,82–58,61 проти 43,84. Очевидно, наведені вище відмінності зумовлені процесами метаболізму ліпідів і жирних кислот, які проходять у воскових залозах медоносних бджіл.

Неетерифіковані форми каприлової, капринової, лауринової, олеїнової, лінолевої та ліноленової кислот проявляють найбільш виражену антибактеріальну та антигрибкову

активність [2, 3, 11, 14, 15]. Встановлено, що екологічні умови довкілля мають суттєвий вплив на загальну концентрацію неетерифікованих форм каприлової, капринової, лауринової, олеїнової, лінолевої та ліноленової кислот у бджолиних стільниках. Так, загальний вміст неетерифікованих форм наведених вище жирних кислот у бджолиних стільниках, отриманих із вуликів, розміщених на екологічно забруднених територіях, порівняно з контрольними, зменшується (55,16–60,33 проти 63,12 г/кг натуральної маси). Причому, найбільше він зменшується у бджолиних стільниках, отриманих із вуликів, розміщених на території з інтенсивним рухом транспорту та роботою промислових підприємств.

Таблиця 2

**Концентрація неетерифікованих форм жирних кислот у бджолиних стільниках (язиках), г/кг натуральної маси ( $M \pm m$ ,  $n=3$ )**

Неетерифіковані 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	0,74±0,020	0,51±0,023***	0,59±0,020***	0,66±0,023*
Капринова, 10:0	0,27±0,009	0,09±0,006***	0,11±0,006***	0,19±0,009***
Лауринова, 12:0	0,39±0,020	0,09±0,006***	0,20±0,012***	0,21±0,009***
Міристинова, 14:0	0,40±0,014	0,20±0,011***	0,22±0,014***	0,28±0,020**
Пентадеканова, 15:0	0,71±0,017	0,47±0,023***	0,48±0,020***	0,59±0,026**
Пальмітинова, 16:0	27,43±0,721	25,43±0,721	26,77±0,721	25,70±0,665
Пальмітоолеїнова, 16:1	0,72±0,014	0,38±0,014***	0,47±0,020***	0,59±0,020**
Стеарина, 18:0	6,37±0,168	5,90±0,198	6,28±0,167	6,16±0,147
Олеїнова, 18:1	24,50±0,885	20,49±0,857*	21,40±0,442*	22,54±0,654
Лінолева, 18:2	0,83±0,020	0,57±0,014***	0,61±0,020***	0,67±0,023**
Ліноленова, 18:3	36,39±0,832	33,41±0,670*	33,80±0,855	36,06±0,941
Загальна концентрація НЕЖК	98,75	87,54	90,93	93,65
в т. ч. насичених	36,31	32,69	34,65	33,79
мононенасичених	25,22	20,87	21,87	23,13
поліненасичених	37,22	33,98	34,41	36,73
n-3/n-6	43,84	58,61	55,41	53,82

Неетерифіковані форми мононенасичених (пальмітоолеїнова та олеїнова) і, особливо, поліненасичених (лінолева та ліноленова) жирних кислот проявляють максимальну антибактеріальну та антигрибкову активність [2, 3, 11, 14, 15]. Встановлено, що екологічні умови довкілля мають значний вплив на загальний вміст неетерифікованих форм мононенасичених і поліненасичених жирних кислот у бджолиних стільниках. Так, загальний вміст неетерифікованих форм мононенасичених і поліненасичених жирних кислот у бджолиних стільниках, отриманих із вуликів, розміщених на екологічно забруднених територіях, порівняно з контрольними, є менший (54,85–59,86 проти 62,44 г/кг натуральної маси). Найбільше він зменшується у бджолиних стільниках, отриманих із вуликів, розміщених на території з інтенсивним рухом транспорту та роботою промислових підприємств.

Неетерифіковані форми довголанцюгових жирних кислот (18 і більше атомів вуглецю в ланцюгу) у бджолиних стільниках мають максимальну здатність зв'язувати важкі метали, насамперед двовалентні [2, 13]. Встановлено, що екологічні умови довкілля мають вплив на вміст наведених вище жирних кислот у бджолиних стільниках. Так, вміст неетерифікованих форм довголанцюгових жирних кислот у бджолиних стільниках, отриманих із вуликів, розміщених на екологічно забруднених територіях, порівняно з контрольними, є менший (60,37–65,43 проти 68,09 г/кг натуральної маси). Найбільше він зменшується у бджолиних стільниках, отриманих із вуликів, розміщених на території з інтенсивним рухом транспорту та роботою промислових підприємств.

З таблиці 2 видно, що у бджолиних стільниках, отриманих із вуликів, розміщених на екологічно забруднених територіях, порівняно з бджолиними стільниками, отриманих із вуликів, розміщених в умовно чистій зоні, вірогідно зменшується вміст таких неетерифікованих жирних кислот, як каприлова, капринова, лауринова, міристинова, пентадеканова, пальмітоолеїнова та ліолева. Крім того, у бджолиних стільниках, отриманих із вуликів, розміщених на територіях з інтенсивним рухом транспорту та роботою промислових підприємств і біля вугільних шахт та збагачувальних комбінатів, вірогідно зменшується вміст неетерифікованої форми олеїнової кислоти.

Наведене вище вказує на те, що у воскових залозах 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 свіжопобудованих бджолиних стільниках. Так, загальний вміст аніонних форм жирних кислот у бджолиних стільниках, отриманих із вуликів, розміщених на екологічно забруднених територіях, є більшим, ніж у контрольних (табл. 3). Найбільший вміст аніонних форм жирних кислот виявлено у бджолиних стільниках, отриманих із вуликів, розміщених на території з інтенсивним рухом транспорту та роботою промислових підприємств.

Більша кількість аніонних ненасичених жирних кислот у бджолиних стільниках, отриманих із вуликів, розміщених на екологічно забруднених територіях, порівняно з контрольними, зумовлена більшим вмістом у їх складі насичених жирних кислот з парним (12,37–13,18 проти 11,31 г/кг натуральної маси) і непарним (0,17–0,23 проти 0,16 г/кг натуральної маси) числом атомів вуглецю в ланцюгу. Вона зумовлена також більшим вмістом в їх складі аніонних мононенасичених жирних кислот родин n-7 (0,19–0,24 проти 0,16 г/кг натуральної маси) і n-9 (7,10–7,32 проти 7,06 г/кг натуральної маси). У бджолиних стільниках, отриманих із вуликів, розміщених на екологічно забруднених територіях, також встановлена більша концентрація аніонних поліненасичених жирних кислот родин n-3 (11,56–12,58 проти 10,81 г/кг натуральної маси) і n-6 (0,61–0,71 проти 0,57 г/кг натуральної маси). Найбільше зростає вміст аніонних насичених, мононенасичених і поліненасичених жирних кислот у бджолиних стільниках, отриманих із вуликів, розміщених на території з інтенсивним рухом транспорту та роботою промислових підприємств. Відношення аніонних форм поліненасичених жирних кислот родини n-3 до аніонних форм поліненасичених жирних кислот родини n-6 при цьому становить 17,72–18,95 проти 18,96.

Аніонні форми мононенасичених (пальмітоолеїнова та олеїнова) і поліненасичених (ліолева та ліноленова) жирних кислот не проявляють антибактеріальну та антигрибкову активність [2, 3, 14, 15]. Аніонні форми довголанцюгових жирних кислот (18 і більше атомів вуглецю в ланцюгу) у бджолиних стільниках не володіють здатністю зв'язувати важкі метали, оскільки вони вже є зв'язаними [2].

З таблиці 3 видно, що у бджолиних стільниках, отриманих із вуликів, розміщених на екологічно забруднених територіях, порівняно з контрольними, вірогідно зростає вміст таких аніонних форм жирних кислот, як капринова, лауринова, міристинова та пальмітинова. Крім того, у бджолиних стільниках, отриманих із вуликів, розміщених на

територіях з інтенсивним рухом транспорту та роботою промислових підприємств і біля вугільних шахт та збагачувальних комбінатів, вірогідно збільшується концентрація аніонних форм каприлової, пентадеканової, пальмітоолеїнової, стеаринової, лінолевої та ліноленової кислот.

Таблиця 3

**Концентрація аніонних форм жирних кислот у бджолиних стільниках (язиках), г/кг натуральної маси ( $M \pm m$ ,  $n=3$ )**

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	0,18±0,011	0,24±0,009**	0,23±0,009*	0,19±0,006
Капринова, 10:0	0,03±0,003	0,08±0,006***	0,07±0,003***	0,05±0,006*
Лауринова, 12:0	0,04±0,003	0,12±0,003***	0,07±0,006**	0,06±0,003**
Міристинова, 14:0	0,06±0,003	0,13±0,006***	0,10±0,006***	0,08±0,006*
Пентадеканова, 15:0	0,16±0,003	0,23±0,011***	0,20±0,006***	0,17±0,009
Пальмітинова, 16:0	9,08±0,203	10,23±0,268*	10,01±0,138**	9,94±0,107**
Пальмітоолеїнова, 16:1	0,16±0,012	0,24±0,009***	0,20±0,006*	0,19±0,003
Стеаринова, 18:0	1,92±0,050	2,38±0,062***	2,30±0,035***	2,05±0,059
Олеїнова, 18:1	7,06±0,108	7,32±0,050	7,23±0,043	7,10±0,087
Лінолева, 18:2	0,57±0,026	0,71±0,021**	0,66±0,017*	0,61±0,017
Ліноленова, 18:3	10,81±0,304	12,58±0,178**	12,39±0,208**	11,56±0,436
Загальна концентрація аніонних жирних кислот	30,07	34,26	33,46	32,00
в т. ч. насичені	11,47	13,41	12,98	12,54
мононенасичені	7,22	7,56	7,43	7,29
поліненасичені	11,38	13,29	13,05	12,17
n-3/n-6	18,96	17,72	18,77	18,95

Процес зв'язування неетерифікованих форм жирних кислот з важкими металами у воскових залозах медоносних бджіл і утворення аніонних форм до певної міри віддзеркалюється на вмісті жирних кислот загальних ліпідів у бджолиних стільниках (язиках). Останні представлені, в основному, жирними кислотами, які знаходяться в ефірному зв'язку з довголанцюговими спиртами. Нами встановлено, що екологічні умови довкілля впливають на вміст жирних кислот загальних ліпідів у свіжопобудованих бджолиних стільниках. Так, вміст жирних кислот загальних ліпідів у бджолиних стільниках, отриманих із вуликів, розміщених на екологічно забруднених територіях, є меншим, ніж у контрольних (табл. 4). Найменший вміст жирних кислот загальних ліпідів виявлено у бджолиних стільниках, отриманих із вуликів, розміщених на території з інтенсивним рухом транспорту та роботою промислових підприємств.

Менша кількість жирних кислот загальних ліпідів у бджолиних стільниках, отриманих з вуликів, розміщених на екологічно забруднених територіях, порівняно з контрольними, в основному зумовлена меншим вмістом у їх складі ненасичених жирних кислот, зокрема мононенасичених жирних кислот родин n-7 (2,63–3,93 проти 4,83 г/кг натуральної маси) і n-9 (148,53–157,00 проти 163,70) і поліненасичених жирних кислот

родин n-3 (232,20–245,30 проти 248,83) і n-6 (11,10–13,17 проти 16,90 г/кг натуральної маси). Відношення поліненасичених жирних кислот родини n-3 до поліненасичених жирних кислот родини n-6 у бджолиних стільниках при цьому становить 18,63–20,92 проти 14,72. При цьому, у бджолиних стільниках, отриманих із вуликів, розміщених на екологічно забруднених територіях, порівняно з контрольними, підвищується рівень основних насичених жирних кислот загальних ліпідів з парним числом вуглецевих атомів у ланцюгу (234,49–241,25 проти 232,49 г/кг натуральної маси). Отже, більш забруднене важкими металами довкілля призводить до зменшення вмісту мононенасичених і поліненасичених жирних кислот у бджолиних стільниках (язиках). Це, в свою чергу, призводить до підвищення крихкості стінок стільників [6] і зниження їх антибактеріальної та антигрибкової активності [2, 3, 14, 15].

Таблиця 4

**Вміст жирних кислот загальних ліпідів у бджолиних стільниках (язиках), г/кг натуральної маси (M±m, n=3)**

Жирні кислоти загальних ліпідів 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	3,43±0,145	5,17±0,290***	4,50±0,230**	3,90±0,230
Капринова, 10:0	0,63±0,088	1,97±0,176***	1,33±0,145**	0,63±0,088
Лауринова, 12:0	0,70±0,058	2,57±0,203***	1,33±0,145**	1,27±0,145*
Міристинова, 14:0	1,33±0,145	2,70±0,231**	1,93±0,203	1,33±0,145
Пентадеканова, 15:0	4,70±0,289	3,23±0,203**	3,10±0,264**	3,90±0,231
Пальмітинова, 16:0	185,50±4,417	186,67±4,243	185,60±4,969	185,93±5,284
Пальмітоолеїнова, 16:1	4,83±0,145	2,63±0,260***	3,23±0,145***	3,93±0,203*
стеаринова, 18:0	40,90±1,493	42,17±1,214	42,03±1,395	41,43±1,017
Олеїнова, 18:1	163,70±4,158	148,53±3,811*	151,60±4,131	157,00±3,925
Лінолева, 18:2	16,90±0,608	11,10±0,435***	12,10±0,608***	13,17±0,693**
Ліноленова, 18:3	248,83±6,438	232,20±6,525	239,40±6,724	245,30±6,698
Вміст жирних кислот загальних ліпідів	671,45	638,94	646,15	657,79
в т. ч. насичених	237,19	244,48	239,82	238,39
мононенасичених	168,53	151,16	154,83	160,93
поліненасичених	265,73	243,30	251,50	258,47
n-3/n-6	14,72	20,92	19,79	18,63

Вище відношення (0,57–0,62 проти 0,55) насичених жирних кислот до ненасичених у загальних ліпідах бджолиних стільників, отриманих із вуликів, розміщених на екологічно забруднених територіях, порівняно з контрольними, може вказувати на підвищення крихкості їх стінок.

Антибактеріальна та антигрибкова активність притаманна багатьом жирним кислотам (каприловій, каприновій, лауриновій, олеїновій, лінолевій та ліноленовій). Тому наведені вище жирні кислоти відіграють важливу роль у гігієні вулика [3, 12]. Встановлено також, що чим коротший вуглецевий ланцюг і більша кількість ненасичених зв'язків у ньому, тим більше жирні кислоти забезпечують антибактеріальний та антигрибковий захист вулика та організму медоносних бджіл [2, 14]. Нами встановлено,

що екологічні умови довкілля мають суттєвий вплив на концентрацію наведених вище жирних кислот загальних ліпідів у свіжопобудованих бджолиних стільниках. Так, вміст каприлової, капринової, лауринової, олеїнової, лінолевої та ліноленої кислот загальних ліпідів у бджолиних стільниках, отриманих із вуликів, розміщених на екологічно забруднених територіях, порівняно з контрольними, зменшується (401,54–421,27 проти 434,19 г/кг натуральної маси). Причому, найбільше він зменшується у бджолиних стільниках, отриманих із вуликів, розміщених на території з інтенсивним рухом транспорту та роботою промислових підприємств. Це може вказувати на те, що на екологічно забруднених територіях антибактеріальна та антигрибкова активність бджолиних стільників знижується.

Максимальну антибактеріальну та антигрибкову активність проявляють мононенасичені (пальмітоолеїнова та олеїнова) та, особливо, поліненасичені (лінолева та ліноленова) жирні кислоти загальних ліпідів [2, 3, 14, 15]. Нами встановлено, що екологічні умови довкілля мають значний вплив на загальний вміст мононенасичених і поліненасичених жирних кислот загальних ліпідів у бджолиних стільниках. Так, вміст наведених вище жирних кислот загальних ліпідів у бджолиних стільниках, отриманих із вуликів, розміщених на екологічно забруднених територіях, порівняно з контрольними, є менший (394,46–419,40 проти 434,26 г/кг натуральної маси). Найбільше він зменшується у бджолиних стільниках, отриманих із вуликів, розміщених на території з інтенсивним рухом транспорту та роботою промислових підприємств.

Довголанцюгові жирні кислоти (18 і більше атомів вуглецю в ланцюгу) у бджолиних стільниках здатні зв'язувати важкі мінеральні елементи, насамперед двовалентні [2, 13]. Нами встановлено, що екологічні умови довкілля мають вплив на вміст наведених вище жирних кислот загальних ліпідів у бджолиних стільниках. Так, вміст довголанцюгових жирних кислот загальних ліпідів у бджолиних стільниках, отриманих із вуликів, розміщених на екологічно забруднених територіях, порівняно з контрольними, є менший (434,00–456,90 проти 470,33 г/кг натуральної маси). Найбільше він зменшується у бджолиних стільниках, отриманих із вуликів, розміщених на території з інтенсивним рухом транспорту та роботою промислових підприємств.

З таблиці 4 видно, що у бджолиних стільниках, отриманих із вуликів, розміщених на території з інтенсивним рухом транспорту та роботою промислових підприємств, порівняно з контрольними, вірогідно зменшується вміст жирних кислот загальних ліпідів — мононенасичених (пальмітоолеїнової та олеїнової) і поліненасичених (лінолевої); на територіях біля вугільних шахт і збагачувальних комбінатів і біля гірничо-видобувного комбінату та цементного заводу — мононенасичених (пальмітоолеїнової) і поліненасичених (лінолевої). При цьому, у бджолиних стільниках, отриманих із вуликів, розміщених на території з інтенсивним рухом транспорту та роботою промислових підприємств, порівняно з бджолиними стільниками, отриманими з вуликів, розміщених в умовно чистій зоні, вірогідно збільшується концентрація таких насичених жирних кислот, як каприлова, капринова, лауринова та міристинова; на території біля вугільних шахт і збагачувальних комбінатів — каприлова, капринова та лауринова; на території біля гірничо-видобувного комбінату та цементного заводу — лауринова.

Отже, у бджолиних стільниках (язиках), які отримано із вуликів, розміщених на екологічно забруднених територіях міститься більша кількість таких важких металів, як залізо, цинк, мідь, нікель, свинець та кадмій. Разом з тим, у них 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. Натомість, у бджолиних стільниках (язиках), отриманих із вуликів, розміщених на екологічно забруднених територіях, 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. Наведене вище приводить до

зменшення вмісту насичених жирних кислот з 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 загальних ліпідів. Слід сказати, що жирні кислоти загальних ліпідів бджолиних стільників представлені, в основному, жирними кислотами, які знаходяться в ефірному зв'язку з довголанцюговими спиртами. Найінтенсивніше зменшується вміст неетерифікованих форм насичених, мононенасичених і поліненасичених жирних кислот і, навпаки, збільшується концентрація аніонних форм насичених, мононенасичених і поліненасичених жирних кислот у бджолиних стільниках (язиках), отриманих із вуликів, які розміщені на території з інтенсивним рухом транспорту та роботою промислових підприємств. Зменшення загальної кількості неетерифікованих форм жирних кислот у бджолиних стільниках (язиках), отриманих із вуликів, розміщених на екологічно забруднених територіях, видно, зумовлено зв'язуванням їх з важкими металами. Внаслідок цього у бджолиних стільниках (язиках), отриманих із вуликів, розміщених на екологічно забруднених територіях, зростає вміст аніонних форм жирних кислот.

## В И С Н О В К И

1. У бджолиних стільниках (язиках), які отримано із вуликів, розміщених на екологічно забруднених територіях, міститься більша кількість заліза, цинку, міді, нікелю, свинцю та кадмію.

2. У бджолиних стільниках (язиках), отриманих із вуликів, які розміщені на екологічно забруднених територіях, є менший 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 бджолиних стільниках (язиках), отриманих із вуликів, розміщених на екологічно забруднених територіях, є більша 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 бджолиних стільниках (язиках), отриманих із вуликів, розміщених на екологічно забруднених територіях, є менший вміст насичених жирних кислот з 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 загальних ліпідів.

5. Найінтенсивніше зменшується вміст неетерифікованих форм насичених, мононенасичених і поліненасичених жирних кислот і, навпаки, збільшується концентрація аніонних форм насичених, мононенасичених і поліненасичених жирних кислот у бджолиних стільниках (язиках), отриманих із вуликів, які розміщені на території з інтенсивним рухом транспорту та роботою промислових підприємств.

**Перспективи подальших досліджень.** Необхідно дослідити вміст важких металів у натуральних квіткових медах, отриманих із вуликів, розміщених на екологічно забруднених територіях.

## CONTENT OF NEW-BUILT BEE COMBS — INDICATOR OF ECOLOGIC PURENESS OF THE ENVIRONMENT

*I. I. Saranchuk, J. F. Ravis*

### S U M M A R Y

In bee's combs, obtained from hives, that were situated in ecological contaminated territories decreases amount of non-etherified fatty acids with paired and non-paired number of carbon atoms in chain, monounsaturated fatty acids of n-7 and n-9 group, as well as polyunsaturated fatty acids of n-3 and n-6 group. However, increases total amount of anionic



forms of saturated fatty acids with paired and non-paired number of carbon atoms in chain, monounsaturated fatty acids of n-7 and n-9 group, as well as polyunsaturated fatty acids of n-3 and n-6 group. This leads to decreasing of assay of saturated fatty acids with non-paired number of carbon atoms in chain, monounsaturated fatty acids of n-7 and n-9 group, as well as polyunsaturated fatty acids of n-3 and n-6 group in bee's combs, which were situated in ecological contaminated territories. Most intensively is decreasing amount of non-etherified forms of saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids, and, reversively, increases concentration of anionic forms of saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids in bee's combs, that were obtained from hives, that were situated on territories with intensive traffic and working industrial factories.

## СОСТАВ СВЕЖЕПОСТРОЕННЫХ ПЧЕЛИНЫХ СОТОВ — ПОКАЗАТЕЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЧИСТОТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

*И. И. Саранчук, И. Ф. Ривис*

### АННОТАЦИЯ

В свежестроенных пчелиных сотах (языках), которые получены из ульев, расположенных на экологически загрязненных территориях содержится большее количество железа, цинка, меди, никеля, свинца и кадмия. Вместе с этим, в них за счет насыщенных жирных кислот с четным и нечетным числом углеродных атомов в цепи, мононенасыщенных жирных кислот семейств n-7 и n-9 и полиненасыщенных жирных кислот семейств n-3 и n-6 уменьшается общее содержание неэтерифицированных форм жирных кислот, но увеличивается — анионных. Установлено, что в пчелиных сотах зоны экологического риска снижается уровень насыщенных жирных кислот с нечетным числом углеродных атомов в цепи, мононенасыщенных жирных кислот семейств n-7 и n-9 и полиненасыщенных жирных кислот семейств n-3 и n-6 общих липидов. Более интенсивно изменяется содержание тяжелых металлов, неэтерифицированных и анионных форм жирных кислот, а также жирных кислот общих липидов в пчелиных сотах (языках), полученных из ульев, которые расположены на территории с интенсивным движением транспорта и работой промышленных предприятий.

### ЛІТЕРАТУРА

1. *Беззубов Л. П.* Химия жиров : 3-е изд., перераб. и доп. / Л. П. Беззубов. — Москва : Пищевая промышленность, 1975. — 279 с.
2. *Богданов Г. О.* Біологічна оцінка бджолиного обніжжя / Г. О. Богданов, В. П. Поліщук, Й. Ф. Рівіс, О. А. Локутова // Науковий вісник ЛНАВМ ім. С. З. Гжицького. — 2005. — Т. 7 (№ 1), Ч. 2. — С. 227–239.
3. *Богданов Г. О.* Жирні кислоти пилку рослин (бджолиного обніжжя) та їх роль в метаболічних процесах і життєдіяльності бджіл / Г. О. Богданов, В. П. Поліщук, Й. Ф. Локутова, О. А. Рівіс // Біологія тварин. — 2003. — Т. 5, № 1–2. — С. 149–158.
4. *Кононський О. І.* Біохімія тварин / О. І. Кононський. — Київ : Вища школа, 2006. — 454 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. *Поліщук В. П.* Бджільництво / В. П. Поліщук. — Львів : Український пасічник, 2001. — 296 с.
7. *Ривис И. Ф.* Количественный метод определения некоторых высокомолекулярных жирных кислот в растениях, тканях и биологических жидкостях

организма сельскохозяйственных животных / И. Ф. Ривис, И. В. Скороход // Доклады ВАСХНИЛ. — 1981. — № 8. — С. 32–35.

8. *Pivis I. F.* Газохроматографічне визначення високомолекулярних неетерифікованих жирних кислот в біологічному матеріалі / Й. Ф. Рівіс, Б. Б. Данилик // Укр. біохімічний журнал. — 1997. — Т. 69, № 1. — С. 79–83.

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

10. *Хавезов И.* Атомно-абсорбционный анализ / И. Хавезов, Д. Цалев ; пер. с болг. — Л. : Химия, 1983. — 144 с.

11. *Bogdanov S.* Quality and Standards of Pollen and Beeswax / Stefan Bogdanov // Аріацта. — 2003. — Vol. 38, № 4. — P. 334–341.

12. *Breed M. D.* Comb wax effects on the ontogeny of honey bee nestmate recognition / M. D. Breed, E. A. Leger, A. N. Pearce et al. // Animal Behaviour. — 1998. — Vol. 55, Issue 1. — P. 13–20.

13. *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. — P. 957–963.

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

15. *Pauguel S. C.* Antimicrobial activity of pollen / S. C. Pauguel, M. Bert, S. Dolley et al. // Phytochemistry. — 1993. — Vol. 33, № 6. — P. 2503–2507.

**Рецензент:** завідувач лабораторії живлення овець і вовно утворення, доктор сільськогосподарських наук, с. н. с. П. В. Стапай.