

УДК 577.1:661.7:595.7

**РІВЕНЬ АНІОННИХ І НЕТЕРИФІКОВАНИХ ЖИРНИХ КИСЛОТ У
ТКАНИНАХ ГРУДЕЙ БДЖІЛ ЗА РІЗНОГО РІВНЯ ТЕХНОГЕННОГО
НАВАНТАЖЕННЯ НА ДОВКІЛЛЯ**

*В. Віщур, аспірант, О. Віщур, д. вет. н., Й. Рівіс, д. с.-г. н
Інститут біології тварин НААН України*

Постановка проблеми. Розвиток промисловості, сільського господарства, енергетики й транспорту, інтенсивне видобування корисних копалин – усе це призводить до зростання надходження важких металів у повітря, воду, ґрунт, рослини та рослинний пилок. Відтак важкі метали інтенсивно нагромаджуються у тканинах медоносних бджіл і продуктах бджільництва. З іншого боку, жирні кислоти є життєво необхідним компонентом корму для організму медоносних бджіл. Зокрема жирнокислотний склад пилку рослин впливає на продуктивні та репродуктивні ознаки організму комах. Крім того, жирні кислоти в організмі медоносних бджіл відкладаються в жировому тілі про запас і за необхідності використовуються [1].

Обмін жирних кислот в організмі медоносних бджіл тісно пов'язаний з обміном мінеральних елементів [1]. Зокрема від Міді та Цинку залежить активність низки ферментів, які беруть участь у видовженні вуглецевого ланцюга жирної кислоти й утворенні в ньому ненасичених зв'язків. Від основних мінеральних елементів, у тому числі важких металів, а найбільше від двовалентних, залежить кількість жирних кислот, які знаходяться в пилку, тканинах медоносних бджіл і продукції бджільництва в аніонній формі [2]. Останні впливають на біологічну цінність корму та продукції бджільництва, насамперед пилку, перги та бджолиних стільників. Тому науково-практичний інтерес становить дослідження вмісту важких металів, аніонної та неетерифікованої форм жирних кислот у тканинах грудей медоносних бджіл залежно від рівня техногенного навантаження на довкілля.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вивчення питань, пов'язаних із впливом важких металів на певні ланки метаболізму в організмі медоносних бджіл, а також їх вмісту в продуктах бджільництва перебуває в центрі уваги вітчизняних і зарубіжних дослідників. Проте останніми роками основним напрямом при цьому було вивчення суто прикладних питань, пов'язаних з якістю такої продукції і проблемами стосовно впливу інтенсивного техногенного навантаження на організм медоносних бджіл.

Постановка завдання. Наше завдання – визначити вміст важких металів, аніонних і неетерифікованих жирних кислот у тканинах грудей медоносних бджіл залежно від рівня техногенного навантаження на довкілля.

Дослідження проводили у пасіках, розміщених на територіях із різною інтенсивністю руху транспорту та роботи промислових підприємств: на навчальній пасіці Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького (територія з дуже інтенсивним рухом транспорту та роботою промислових підприємств) і в приватних пасічних господарствах м. Винників та с. Чижикова Пустомитівського району Львівської області (території з меншою інтенсивністю руху транспорту та роботи промислових підприємств). Причому всі пасіки розміщені на автотрасі Львів-Тернопіль.

Для лабораторних досліджень на зазначених територіях відбирали тканини грудей медоносних бджіл із трьох пасік, на кожній пасіці – з трьох вуликів.

Вміст важких металів (Заліза, Цинку, Міді, Хрому, Нікелю, Свинцю, Миш'яку та Кадмію) в досліджуваному біологічному матеріалі визначали на атомно-абсорбційному спектрофотометрі С-115 ПК [3]. Концентрацію жирних кислот загальних ліпідів у тканинах грудей медоносних бджіл – методом газорідинної хроматографії [4].

Отриманий цифровий матеріал опрацьовували методом варіаційної статистики з використанням критерію Стьюдента.

Виклад основного матеріалу. З'ясовано, що в тканинах грудей медоносних бджіл, яких утримували на територіях із середнім і низьким рівнями техногенного навантаження, порівняно з тканинами грудей медоносних бджіл, яких вирощували на території з високим рівнем техногенного навантаження, вірогідно зменшується вміст Заліза, Цинку, Міді, Нікелю та Свинцю (див. табл.).

Від мінеральних елементів, зокрема від двовалентних, залежить кількість жирних кислот у тканинах медоносних бджіл, які перебувають в аніонній формі. Це пов'язано з тим, що неетерифіковані жирні кислоти спроможні зв'язувати важкі мінеральні елементи. Водночас мінеральні елементи в тканинах медоносних бджіл тісно пов'язані з обміном жирних кислот. Зокрема від Міді та Цинку залежить активність ферментів, які беруть участь у видовженні вуглецевого ланцюга жирної кислоти та утворенні в ньому ненасичених зв'язків [2].

Проведеними дослідженнями встановлено, що загальна концентрація аніонних форм насичених, мононенасичених і поліненасичених жирних кислот у тканинах грудей медоносних бджіл, яких утримували на територіях із середнім і низьким рівнями техногенного навантаження, порівняно з тканинами грудей медоносних бджіл, яких вирощували на території з високим рівнем техногенного навантаження, була меншою ($p < 0,05-0,01$). Зниження концентрації аніонних форм

жирних кислот у тканинах грудей медоносних бджіл, яких утримували на територіях із середнім і низьким рівнями техногенного навантаження, свідчить про зростання в них кількості неетерифікованих форм жирних кислот. Збільшення кількості останніх може вказувати на зростання їх енергетичної, функціонально-метаболическої та біологічної цінності для тканин медоносних бджіл. Це пов'язано з тим, що аніонні форми жирних кислот, на відміну від неетерифікованих, є малодоступними для організму медоносних бджіл [4].

Таблиця

Вміст важких металів у тканинах грудей бджіл,
мг/кг натуральної маси ($M \pm m, n=3$)

Важкі метали	Рівень техногенного навантаження на довкілля		
	високий	середній	низький
Залізо, Fe	49,60±1,912	42,14±1,683*	0,37±2,162***
Цинк, Zn	31,18±1,526	24,78±1,569*	21,08±1,155**
Мідь, Cu	3,22±0,162	1,74±0,110***	1,17±0,073***
Хром, Cr	4,14±0,186	4,20±0,165	4,25±0,162
Нікель, Ni	5,48±0,254	3,27±0,182***	2,62±0,179***
Свинець, Pb	1,21±0,058	0,85±0,055**	0,53±0,029***
Кадмій, Cd	0,07±0,006	0,06±0,006	0,05±0,006

Примітка. Різниця вірогідні: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

Нижчий рівень аніонних форм жирних кислот у тканинах грудей медоносних бджіл, яких утримували на територіях із середнім і низьким рівнями техногенного навантаження, порівняно з тканинами грудей медоносних бджіл, яких вирощували на території з високим рівнем техногенного навантаження, зумовлений меншим вмістом в їх складі насичених жирних кислот із парною (відповідно 84,6 і 82,0 проти 100,7 $\text{г}^{-3}/\text{кг}$ натуральної маси) та непарною (2,8 і 2,6 порівняно з 3,4) кількістю вуглецевих атомів у ланцюгу, мононенасичених жирних кислот родин $n-7$ (1,7 і 1,6 порівняно з 2,2) і $n-9$ (106,1 і 103,2 порівняно з 126,5) та поліненасичених жирних кислот родин $n-3$ (229,1 і 221,2 порівняно з 270,9) і $n-6$ (відповідно 203,5 і 192,5 порівняно з 239,7 $\text{г}^{-3}/\text{кг}$ натуральної маси). При цьому не

змінюється відношення аніонних поліненасичених жирних кислот родини *n*-3 до аніонних поліненасичених жирних кислот родини *n*-6.

Відомо, що неетерифіковані форми жирних кислот метаболічно найактивніші. Проведені дослідження показали, що загальний вміст неетерифікованих форм жирних кислот у тканинах грудей медоносних бджіл, яких утримували на територіях із середнім і низьким рівнями техногенного навантаження, був більший порівняно з їх вмістом у тканинах грудей комах, яких вирощували на території з високим рівнем техногенного навантаження. Найбільший загальний вміст неетерифікованих форм жирних кислот виявлено у тканинах грудей медоносних бджіл, яких утримували на території з низьким рівнем техногенного навантаження, що зумовлено переважно ненасиченими жирними кислотами. Зокрема мононенасиченими жирними кислотами родин *n*-7 (відповідно 3,4 і 3,5 порівняно з 2,8 г⁻³/кг натуральної маси) і *n*-9 (189,9 і 193,7 порівняно з 164,9) та поліненасиченими жирними кислотами родин *n*-3 (409,0 і 419,9 порівняно з 347,3) і *n*-6 (відповідно 352,9 і 361,5 порівняно з 305,2 г⁻³/кг натуральної маси). Одночасно в тканинах грудей медоносних бджіл, яких утримували на територіях із середнім і низьким рівнями техногенного навантаження, порівняно з тканинами грудей медоносних бджіл, яких вирощували на території з високим техногенним навантаженням, зростає інтенсивність перетворень неетерифікованих форм лінолевої (відповідно 0,70 і 0,70 порівняно з 0,72) та ліноленової (відповідно 0,72 і 0,71 порівняно з 0,73) кислот в їх більш довголанцюгові та більш ненасичені похідні. Останнє вказує на те, що зі зменшенням техногенного навантаження на територію зростає активність десатураз у тканинах грудей медоносних бджіл.

При цьому в тканинах грудей медоносних бджіл, яких вирощували на територіях із середнім і низьким рівнями техногенного навантаження, порівняно з тканинами грудей медоносних бджіл, яких утримували на території з високим техногенним навантаженням, знижувався рівень неетерифікованих форм насичених жирних кислот із парною (відповідно 105,8 і 103,4 порівняно з 122,3 г⁻³/кг натуральної маси) та непарною (відповідно 3,6 і 3,5 порівняно з 4,2 г⁻³/кг натуральної маси) кількістю вуглецевих атомів.

Зростання загального вмісту неетерифікованих форм жирних кислот у тканинах грудей медоносних бджіл, яких утримували на територіях із середнім і низьким рівнями техногенного навантаження, може вказувати на збільшення їх енергетичного та субстратного забезпечення. Як відомо, неетерифіковані форми жирних кислот – найдоступніші субстрати для обмінних процесів в організмі комах. Зокрема неетерифіковані форми жирних кислот в організмі останніх активно вступають у реакції етерифікації. Водночас неетерифіковані форми жирних кислот є найдоступнішим субстратом для енергетичного забезпечення організму комах [5].

Констатовано, що загальний вміст неетерифікованих форм коротколанцюгових насичених жирних кислот (10 і менше вуглецевих атомів у ланцюгу) і поліненасичених жирних кислот (18 і більше вуглецевих атомів у ланцюгу), які забезпечують антибактеріальний та антигрибковий захист організму, в тканинах грудей медоносних бджіл, яких утримували на територіях із середнім і низьким рівнями техногенного навантаження, порівняно з тканинами грудей медоносних бджіл, яких вирощували на території з високим рівнем техногенного навантаження, більший (відповідно 956,7 і 979,9 порівняно з 822,2 г⁻³/кг натуральної маси). Найбільше він зростає у тканинах грудей медоносних бджіл, яких утримували на території з низьким рівнем техногенного навантаження.

Виявлено, що загальний вміст неетерифікованих форм ненасичених жирних кислот у тканинах грудей медоносних бджіл, яких утримують на територіях із середнім і низьким рівнями техногенного навантаження, порівняно з тканинами грудей тих комах, яких вирощували на території з високим рівнем техногенного навантаження, вищий (відповідно 955,2 і 978,6 порівняно з 820,2 г⁻³/кг натуральної маси). У тканинах грудей медоносних бджіл, яких утримували на територіях із середнім і низьким рівнями техногенного навантаження, порівняно з тканинами грудей тих комах, яких вирощували на території з високим рівнем техногенного навантаження, вміст неетерифікованих форм насичених, мононенасичених і поліненасичених жирних кислот був менший ($p < 0,05-0,01$). Крім того, в тканинах грудей медоносних бджіл, яких утримували на території з низьким техногенним навантаженням, вірогідно знижувався рівень неетерифікованих, зростає – мононенасичених і поліненасичених жирних кислот.

Отже, в результаті зменшення техногенного навантаження на довкілля зростає функціонально-метаболична та біологічна цінність неетерифікованих форм жирних кислот для тканин грудей медоносних бджіл.

Висновки

1. У тканинах грудей медоносних бджіл, яких утримували на територіях із середнім і низьким рівнями техногенного навантаження, порівняно з тканинами грудей медоносних бджіл, яких вирощували на території з високим рівнем техногенного навантаження, вірогідно зменшувався вміст Заліза, Цинку, Міді, Нікелю та Свинцю. Водночас за рахунок насичених жирних кислот із парною та непарною кількістю вуглецевих атомів у ланцюгу, довголанцюгових жирних кислот родин *n-7* і *n-9* та *n-3* і *n-6* зменшувався вміст малодоступних для організму бджіл аніонних жирних кислот і зростає – легкодоступних для організму неетерифікованих форм жирних кислот.

2. У тканинах грудей медоносних бджіл, яких утримували на територіях із середнім і низьким рівнями техногенного навантаження, порівняно з тканинами грудей медоносних бджіл, яких вирощували на території з високим рівнем

техногенного навантаження, зростала інтенсивність перетворень неетерифікованих форм лінолевої та ліноленової кислот в їх більш довголанцюгові та більш ненасичені похідні. Останнє вказує на те, що зі зменшенням техногенного навантаження на територію зростає активність десатураз у тканинах грудей медоносних бджіл.

3. Найбільше змінюється вміст важких металів, аніонних і неетерифікованих жирних кислот у тканинах грудей медоносних бджіл, яких утримували на території з низьким рівнем техногенного навантаження.

Бібліографічний список

1. Жирні кислоти пилку рослин (бджолиного 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 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. Хавезов И. Атомно-абсорбционный анализ : пер. с болг. / И. Хавезов, Д. Малев. – Л. : Химия, 1983. – 144 с.
4. Рівіс Й. Ф. Кількісні хроматографічні методи визначення окремих ліпідів і жирних кислот у біологічному матеріалі : метод. посібник / Й. Ф. Рівіс, Р. С. Федорук. – Львів : Сполом, 2010. – 109 с.
5. Поліщук В. П. Бджільництво / В. П. Поліщук. – Львів : Укр. пасічник, 2001. – 296 с.
6. Мизюров В. А. Новое в оценке состояния жирового тела пчел / В. А. Мизюров // Пчеловодство. – 2004. – № 2. – С. 22–24.

Віщур В., Віщур О., Рівіс Й. Рівень аніонних і неетерифікованих жирних кислот у тканинах грудей бджіл за різного рівня техногенного навантаження на довкілля

У тканинах грудей медоносних бджіл, яких утримували на територіях із середнім і низьким рівнями техногенного навантаження, порівняно з тканинами грудей медоносних бджіл, яких вирощували на території з високим рівнем техногенного навантаження, вірогідно зменшувався вміст Заліза, Цинку, Міді, Нікелю та Свинцю. При цьому в тканинах їх грудей зменшувався загальний вміст аніонних форм жирних кислот, але зростав – неетерифікованих. Водночас у тканинах грудей медоносних бджіл підвищувалася інтенсивність перетворення неетерифікованих форм лінолевої та ліноленової кислот на їх більш довголанцюгові та більш ненасичені похідні.

Ключові слова: тканини грудей бджіл, техногенне навантаження на довкілля, жирні кислоти.

Vishchur V., Vishchur O., Ravis Y. Level of anionic and non-etherified in the tissues of the bee thorax taking into account different levels of technogenic load on the environment

It is probable that the amount of Iron, Zinc, Copper, Nickel and Lead decreases in the tissues of the bee abdomen which are farmed in the places with middle or low technogenic load compared to the tissues of the bee abdomen which are farmed in the places with high technogenic load. At the same time, the thorax tissues undergo the reduction of content of anionic fatty acids, but the amount of non-etherified fatty acids increases. Meanwhile, the intensity of changes of non-etherified forms of linoleic and linolenic acids into their more long-chain and more unsaturated derivatives rises in the bee thorax tissues.

Key words: the tissues of the bee, technogenic load on the environment, fatty acid.

Вищур В., Вищур О., Ривис Й.. Уровень анионных и неэтерифицированных жирных кислот в тканях груди пчёл при разном уровне техногенной нагрузки на окружающую среду

В тканях груди медоносных пчёл, которые содержатся на территориях со средним и низким уровнем техногенной нагрузки, по сравнению с тканями брюшка медоносных пчёл, которые выращиваются на территории с высоким уровнем техногенной нагрузки, вероятно уменьшается содержание Железа, Цинка, Меди, Никеля и Свинца. Одновременно в тканях их груди уменьшается общее содержание анионных форм жирных кислот, но возрастает – неэтерифицированных. Вместе с этим в тканях их груди повышается интенсивность преобразования неэтерифицированных форм линолевой и линоленовой кислот в их более длинноцепочные и более насыщенные производные.

Ключевые слова: ткани груди пчел, техническая нагрузка на среду, жирные кислоты.