

Органічний раціон значно знижує вплив фосфорорганічних пестицидів на дітей через харчування

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16451864/>

Ченьшенг Лу¹, Кетрін Тепель², Рене Айріш², Річард А. Фенске², Дана Б. Барр³ і Роберто Браво³

¹Кафедра охорони довкілля та гігієни праці, Школа громадського здоров'я Роллінза, Університет Емори, Атланта, Джорджія, США;

²Кафедра охорони довкілля та гігієни праці, Вашингтонський університет, Сієта, Вашингтон, США;

³Національний центр гігієни довкілля, Центри з контролю та профілактики захворювань, Атланта, Джорджія, США

Ми використовували нову методику дослідження для вимірювання рівня впливу фосфорорганічних пестицидів у раціоні групи з 23 дітей молодшого шкільного віку за допомогою біомоніторингу сечі. Ми заміняли більшу частину звичайного раціону дітей органічними продуктами на 5 днів поспіль і протягом 15-денного періоду дослідження збирали дві проби сечі щодня: першу вранці та останню перед сном. Ми виявили, що медіанні концентрації в сечі специфічних метаболітів малатиону та хлорпірифосу падали нижче рівня виявлення відразу після введення органічного харчування і залишалися невиявленими до моменту повернення до звичайного харчування. Медіанні концентрації інших метаболітів фосфорорганічних пестицидів також були нижчими в дні споживання органічних харчових продуктів; однак ці дані не є статистично значущими, оскільки перевірку на наявність таких метаболітів проводили недостатньо часто. У висновку ми змогли продемонструвати, що органічне харчування забезпечує значний і негайний ефект захисту від впливу фосфорорганічних пестицидів, які зазвичай використовуються в сільськогосподарському виробництві. Ми також дійшли висновку, що вказані фосфорорганічні пестициди потрапляли в організм дітей, які взяли участь у дослідженні, найімовірніше, виключно через харчування. Наскільки нам відомо, це перше дослідження, в якому використовується поздовжній метод з втручанням у раціон харчування для оцінки впливу пестицидів на дітей. Воно надає нові та переконливі докази ефективності цього втручання. **Ключові слова:** вплив пестицидів на дітей, хлорпірифос, вплив пестицидів через їжу, малатион, органічне харчування, фосфорорганічні пестициди, біомоніторинг сечі. *Environ Health Perspect* 114:260–263 (2006). doi:10.1289/ehp.8418 доступно за посиланням <http://dx.doi.org/> [онлайн станом на 1 вересня 2005 р.]

У звіті Національної ради з досліджень (NRC) «Пестициди в раціоні немовлят і дітей» (NRC 1993) зроблено висновок, що споживання з їжею є основним джерелом потрапляння пестицидів в організм немовлят і дітей, і такий вплив може бути причиною підвищеного ризику для здоров'я дітей, пов'язаного з пестицидами, порівняно з дорослими. Однак пряма кількісна оцінка впливу пестицидів у раціоні харчування дітей, яка б підтверджувала цей висновок, — непросте завдання: в кількох дослідженнях (Adgate et al. 2000; Fenske et al. 2002; Gordon et al. 1999; MacIntosh et al. 2001) було проаналізовано пестициди у репрезентативних зразках дитячого харчування, і лише у двох із них використали біологічний моніторинг для конкретного вивчення впливу харчових продуктів (Curl et al. 2003; MacIntosh et al. 2001). Недостатність даних про вплив робить дискусію щодо

пов'язаних із пестицидами ризиків для здоров'я дітей суперечливою (Flower et al. 2004; Garry 2004; Reynolds et al. 2005). Втім, такі дослідження надають цінну інформацію про вплив пестицидів на дітей через їжу та підкреслюють необхідність вдосконалювати методи дослідження, щоб краще оцінювати вплив пестицидів на дітей через споживання з їжею.

Основною метою даного дослідження є використання нового методу дослідження для визначення частки щоденного споживання пестицидів з їжею в загальному рівні контакту з пестицидами в групі дітей молодшого шкільного віку на основі довготривалого підходу. Тут ми наводимо лише результати аналізу сечі на наявність специфічних метаболітів фосфорорганічних пестицидів (ФОС) — групи інсектицидів, які, як відомо, викликають неврологічні порушення у тварин і людей, — за період відбору проб влітку 2003

року. Результати щодо піретроїдних пестицидів за той самий літній період відбору проб, а також результати за інші періоди відбору проб будуть оприлюднені, щойно вони надійдуть.

Матеріали та методи

Набір учасників. Двадцять три дитини віком від 3 до 11 років були набрані з місцевих державних початкових шкіл та школи Монтессорі в передмісті м. Сієта, штат Вашингтон. Дітям додому надіслали лист та інформаційний бюлетень із описом дослідження. Зацікавлені в участі сім'ї зверталися безпосередньо до групи дослідників телефоном або електронною поштою. Школи жодним чином не допомагали в підборі учасників дослідження. Було проведено телефонне опитування, щоб підтвердити відповідність критеріям відбору, зокрема, що діти харчуються виключно традиційною їжею і більшість часу проживають в одному місці, а батьки або опікуни готові допомогти у збиранні зразків та надати іншу інформацію, необхідну для дослідження. Після включення

Адреса для листування: С. Лу, 1518 Clifton Rd. NE, Room 226, Atlanta, GA 30322 США. Тел.:

(404) 727-2131. Факс: (404) 727-8744. E-mail: clu2@sph.emory.edu

Ми висловлюємо щирі вдячність дітям, які взяли участь у дослідженні, та їхнім батькам, які дуже допомогли в його проведенні. Ми також дякуємо П. Санде за допомогу в щоденному збиранні зразків; А. Бішопу, П. Рестрепо, Р. Уокеру, Дж. Нгусу та Д. Уолдену з CDC за їхню допомогу в аналізі зразків; а також шкільному округу Мерсер-Айленд у Мерсер-Айленді, Вашингтон, за надання дозволу на розповсюдження листівок про дослідження в їхніх початкових школах з метою набору учасників.

Це дослідження проведено за підтримки програми «Наука задля результатів» (STAR) Управління з охорони довкілля США (EPA) (RD-829364). Його зміст є виключно відповідальністю авторів і не обов'язково відображає офіційну точку зору Управління з охорони довкілля США (EPA).

Автори заявляють, що не мають фінансового конфлікту інтересів.

Отримано 21 червня 2005 р.; прийнято 1 вересня 2005 р.

суб'єкта в дослідження призначалася зустріч у клініці для ознайомлення з протоколом дослідження та отримання письмової згоди від батьків і старших дітей або усної згоди від молодших дітей. Під час цього візиту також проводилося опитування щодо використання пестицидів у побуті з метою виявлення інших джерел можливого впливу пестицидів. Відділ з питань дослідження на людях Вашингтонського університету схвалив використання людей як об'єктів дослідження в цьому дослідженні.

Період відбору зразків. Кожна дитина брала участь у 15-денному періоді відбору зразків, який складався з трьох фаз. Діти споживали звичайну їжу під час фази 1 (дні 1–3) та фази 3 (дні 9–15). У фазі 2 (дні 4–8) більшість продуктів звичайного раціону дітей, зокрема свіжі фрукти та овочі, соки, перероблені фрукти або овочі (напр. салсу) та продукти на основі пшениці або кукурудзи (напр., макарони, крупи, попкорн або чипси), на 5 днів замінили органічними продуктами. Ці харчові продукти, як правило, містять ФОС-пестициди [за даними Міністерства сільського господарства США (USDA) 2005]; ми використовували дані за 2000–2003 рр. ФОС-пестициди зазвичай не виявляють у м'ясі та молочних продуктах, тому ці харчові продукти не замінювали.

Дослідники купували всі органічні харчові продукти в одному продовольчому магазині. Батьків попросили замовити органічні продукти для своїх дітей на фазу 2 з метою точної заміни продуктів, які діти зазвичай споживали б у рамках свого звичайного раціону. Цей метод гарантував можливість пов'язати будь-які виявлені зміни в рівні надходження пестицидів з їжею саме з органічними продуктами, а не зі зміною раціону. Протягом усього періоду дослідження батьки кожної дитини записували щоденне споживання їжі їхньою дитиною в харчовий щоденник. Органічні харчові продукти, переважно соки, свіжі овочі та фрукти, купували до та під час дослідження та перевіряли в одній із лабораторій, що співпрацює з Програмою збору

даних про пестициди (PDP) Міністерства сільського господарства США (USDA) в місті Якіма, штат Вашингтон, щоб підтвердити, що ці продукти дійсно не містять пестицидів. У жодному з проаналізованих органічних харчових продуктів не було виявлено ФОС або інших пестицидів.

Збір та аналіз зразків сечі. Протягом 15 днів поспіль батьки збирали зразки сечі своєї дитини з першого сечовипускання вранці та останнього сечовипускання перед сном. Зразки сечі збирали щодня, охолоджували або зберігали на льоду до обробки в лабораторії, а потім зберігали при температурі -20°C до проведення аналізу метаболітів пестицидів (Olsson et al. 2004) у Національному центрі гігієни навколишнього середовища при Центрі контролю та профілактики захворювань в Атланті, штат Джорджія. Було проаналізовано метаболіти окремих ФОС-пестицидів, піретроїдних інсектицидів та гербіцидів у зразках сечі; межі виявлення (LOD) для ФОС-метаболітів наведено в таблиці 1.

Управління даними. Концентрації специфічних метаболітів ФОС були представлені як три категорії: ті, що можна виявити ($> \text{LOD}$), ті, що можна виявити, але не можна кількісно визначити ($< \text{LOD}$), та ті, що не можна виявити (ND). Для аналізу даних використовувалися заявлені концентрації для зразків з $> \text{LOD}$ і $< \text{LOD}$, тоді як зразкам ND присвоювалося значення нуль. Середньозважену за добовим об'ємом (DVWA; мікрограми на літр) концентрацію метаболітів ФОС-пестицидів розраховували (рівняння 1) шляхом усереднення концентрації метаболітів у ранковій пробі з концентрацією у пробі, взятій напередодні перед сном, а потім нормалізації за загальним об'ємом цих двох проб сечі:

$$\text{DVWA} = \Sigma(C_i \times V_i) / \Sigma(V_i), [1]$$

де C_i — це індивідуальна концентрація в сечі (мікрограми на літр), а V_i — об'єм відповідного зразка сечі (в мілілітрах). У випадках, коли було зібрано лише один з цих двох зразків сечі, концентрацію метаболіту в зібраному зразку використовували як концентрацію DVWA.

Концентрації метаболітів ФОС у сечі не коригували за креатиніном або штатом вагою.

Результати

Частота виявлення (таблиця 1) п'яти метаболітів ФОС у 724 зразках сечі, зібраних у 23 дітей протягом усього періоду дослідження, відрізнялася у фазах звичайного харчування (фази 1 і 3) і значно варіювалася між фазами звичайного та органічного харчування для двох метаболітів [малатіондкарбонова кислота (MDA), метаболіт малатіону; 3,5,6-трихлор-2-піридинол (TCPY), метаболіт хлорпірифосу]. Ці відмінності, ймовірно, відображають частоту використання цих ФОС-пестицидів в агровиробництві, де малатіон і хлорпірифос широко застосовують для обробки фруктів, овочів і пшениці. Концентрація *пара*-нітрофенолу була кількісно визначена, але не включена до цього звіту, оскільки її більше не вважають специфічним біомаркером потрапляння в організм метилпаратіону (Bart et al. 2002).

Розподіл концентрацій DVWA для MDA та TCPY протягом трьох фаз дослідження (Рис. 1 і 2) підкреслює вплив споживання органічних харчових продуктів на контакт дітей з ФОС-пестицидами. На момент включення в дослідження у зразках сечі всіх 23 дітей були виявлені MDA і TCPY. Відразу після введення в раціон дітей органічних продуктів медіанні концентрації MDA і TCPY в сечі знизилися до рівня ND, на якому вони залишалися до повернення до звичайного раціону після 5 днів споживання органічних продуктів. DVWA для MDA і TCPY у фазі органічного харчування були значно нижчими, ніж рівні у фазі звичайного харчування [однофакторний дисперсійний аналіз (ANOVA), $p < 0,01$; таблиця 1]. Заміна органічного раціону не вплинула на надходження з їжею діазінону [базового ФОС-пестициду для 2-ізопропіл-6-метилпіримідин-4-олу (IPRY)], метилпіриміфосу [базового ФОС-пестициду для 2-діетиламіно-6-метилпіримідин-4-олу (DEAMPY)] та кумафосу (базового ФОС-пестициду для 3-хлор-4-метил-7-

гідроксикумарину (СМНС)]. Ці ФОС-пестициди або рідше використовуються в сільському господарстві, або мають обмежене застосування, як, наприклад, кумафос, що зареєстрований для використання тільки у тваринництві.

Дискусія

NRC (1993) висловила занепокоєння щодо кількісних і якісних відмінностей у токсичності пестицидів та їх впливу на дітей у порівнянні з дорослими. У звіті NRC визнано, що надходження пестицидів з їжею є основним джерелом їх потрапляння в організм немовлят і дітей, і зроблено висновок, що відмінності у споживанні залишків пестицидів з їжею є основною причиною відмінностей у пов'язаних з пестицидами ризиках для здоров'я, які були виявлені між дітьми та дорослими. Надходження пестицидів з їжею зазвичай оцінювали шляхом збору подвійних зразків харчових продуктів від учасників дослідження. Цей метод виходить з того, що залишки пестицидів, виміряні в зразках харчових продуктів, є найкращим сурогатним показником надходження залишків пестицидів з їжею; проте відповідність між залишками пестицидів у дублюючих зразках харчових продуктів та дозою поглинутих пестицидів, виміряно в біологічних зразках, визначають рідко. Метою цього дослідження було оцінити вплив пестицидів у раціоні харчування окремих дітей шляхом заміни їхнього звичайного раціону органічними харчовими продуктами. Результати цього дослідження мають надати найбільш прямі та релевантні дані для оцінки контакту дитячого організму з пестицидами через харчовий раціон.

Важливим моментом цього дослідження було подбати про те, щоб протокол дослідження не змінював раціони дітей у якісному плані порівняно з їхніми звичайними моделями споживання. Діти могли б відмовлятися від органічних продуктів через їхній смак або зовнішній вигляд, і якби це

трапилося, то на етапі органічного харчування їхній раціон був би досить простим і менш різноманітним. Як наслідок, це могло б спотворити результати, адже неможливо визначити, чи потенційно спостережувані відмінності в рівні надходження пестицидів з їжею дійсно є наслідком споживання органічних харчових продуктів, а не змін у раціоні. Перед початком дослідження ми провели кілька пробних циклів з різними дітьми

того ж віку, щоб оцінити, як діти сприймають органічні версії продуктів, які вони регулярно вживають. Батьки прокоментували реакцію своїх дітей і виявили, що більшість продуктів були прийнятні для їхніх дітей, особливо для тих, які не були дуже вибагливими у виборі їжі. Потім ми вирішили, що дуже важливо залучити саме дітей, які вважаються не дуже вибагливими до смаку та зовнішнього вигляду їжі. Згідно з харчовими щоденниками, діти

Таблиця 1. Описова статистика концентрацій DVWA метаболітів у сечі для вибраних ФОС-пестицидів у трьох фазах дослідження

Фаза дослідження	№	Частота виявл. (%)	Медіана (мкг/л)	Середнє ± SD (мкг/л)	Максимум (мкг/л)
MDA (LOD = 0,3 мкг/л)					
1	87	60	1,5	2,9 ± 5,0*	96,5
2	116	22	0	0,3 ± 0,9*	7,4
3	156	60	1,6	4,4 ± 12,4*	263,1
TCPY (LOD = 0,2 мкг/л)					
1	87	78	6,0	7,2 ± 5,8**	31,1
2	116	50	0,9	1,7 ± 2,7**	17,1
3	155	78	4,3	5,8 ± 5,4**	25,3
IMPY (LOD = 0,7 мкг/л)					
1	71	14	0	< LOD ± 0,2	1,2
2	107	9	0	< LOD ± 0,1	0,4
3	148	14	0	< LOD ± 1,3	14,6
DEAMPY (LOD = 0,2 мкг/л)					
1	70	25	0	0,37 ± 2,2	17,4
2	103	25	0	< LOD ± 0,1	0,8
3	146	25	0	< LOD ± 0,3	2,3
СМНС (LOD = 0,2 мкг/л)					
1	87	25	0	< LOD ± 0,03	0,2
2	115	25	0	< LOD ± 0,03	0,2
3	156	25	0	< LOD ± 0,04	0,2

Скорочення: СМНС, 3-хлор-4-метил-7-гідроксикумарин; DEAMPY, 2-дістиламіно-6-метилпіримідин-4-ол; IMPY, 2-ізопропіл-6-метилпіримідин-4-ол; MDA, малайон дикарбонова кислота; TCPY, 3,5,6-трихлор-2-піридинол.

*Істотно відрізняється (однофакторний дисперсійний аналіз, $p < 0,01$; тест Тьюкі, рівень у фазі 2 істотно нижчий за рівні у фазах 1 і 3).

**Істотно відрізняється (однофакторний дисперсійний аналіз, $p < 0,001$; тест Тьюкі, рівень у фазі 2 істотно нижчий за рівні у фазах 1 і 3).

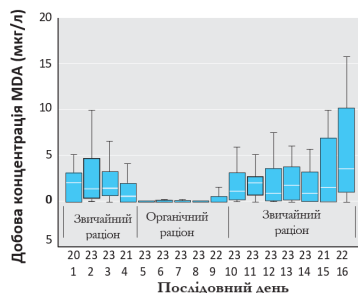


Рис. 1. Коробкові діаграми DVWA концентрацій MDA у 23 дітей віком 3–11 років протягом 15 послідовних днів, впродовж яких вони споживали звичайні та органічні харчові продукти. Верхній ряд чисел на осі x представляє кількість дітей.

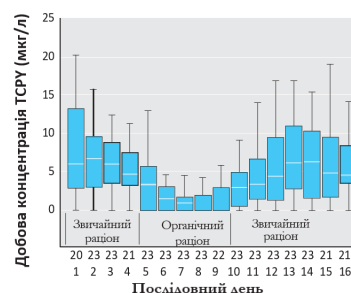


Рис. 2. Коробкові діаграми DVWA концентрацій TCPY у 23 дітей віком 3–11 років протягом 15 послідовних днів, впродовж яких вони споживали звичайні та органічні харчові продукти. Верхній ряд чисел на осі x представляє кількість дітей.

споживали приблизно на два найменування більше свіжих продуктів (в т. ч. соків) і продуктів на основі пшениці/рису/сої в фазі органічного харчування порівняно з фазою звичайного харчування. Цей результат свідчить про те, що протокол дослідження не змінив звичного режиму харчування дітей, а отже, не повинен вплинути на результати дослідження.

Ми дійшли висновку, що органічне харчування забезпечує захисний механізм від впливу ФОС-пестицидів у маленьких дітей, раціон яких регулярно складається зі свіжих фруктів і овочів, фруктових соків і продуктів, що містять пшеницю. Такий захист є надзвичайно ефективним і діє негайно. Це особливо стосується окремих ФОС-пестицидів, таких як хлорпірифос і малатион, виміряних у цьому дослідженні, але, ймовірно, і інших ФОС-пестицидів, зокрема, азинфосметилу, диметоату й ацефату, які зареєстровані тільки для агровиробництва. Ці результати узгоджуються з нашими попередніми висновками (Lu et al. 2001), згідно з якими в однієї дитини з групи 110 дітей у сечі не було виявлено жодної з діалкілфосфатних сполук – групи неспецифічних метаболітів ФОС-

пестицидів. Батьки цієї дитини, як повідомляється, годували її виключно органічними продуктами та не використовували пестицидів удома. Хоча в цьому дослідженні ми не збирали даних про стан здоров'я, інтуїтивно можна припустити, що діти, раціон яких складається з органічних продуктів, мають меншу ймовірність розвитку неврологічних розладів, що є типовим токсикологічним механізмом дії ФОС-пестицидів. Постійна наявність метаболітів ФОС-пестицидів у сечі під час періодів звичайного харчування викликає занепокоєння щодо можливого хронічного впливу ФОС-пестицидів на дітей. Однак слід з обережністю робити припущення щодо впливу та ризиків для здоров'я, ґрунтуючись виключно на рівнях метаболітів ФОС у сечі. Останні дослідження показують, що метаболіти ФОС можуть утворюватися як продукти розпаду як у харчових продуктах (Lu et al. 2005), так і в довіллі (Morgan et al. 2005), хоча виміряна кількість метаболітів становить лише частину ФОС-пестицидів. Наявність метаболітів ФОС-пестицидів у харчових продуктах та в довіллі, безумовно, ускладнює оцінку доз поглинутих пестицидів, але її не слід

використовувати для обґрунтування меншої ймовірності прямого аліментарного впливу пестицидів цієї групи. Якщо ці продукти розпаду ефективно абсорбуються і виводяться в незміненому вигляді з сечею, вони можуть впливати на загальний рівень метаболітів ФОС. Необхідно провести подальші дослідження, щоб визначити ступінь розкладання ФОС-пестицидів у навколишньому середовищі та харчових продуктах, а також фармакокінетику відповідних метаболітів в організмі людини.

Невикористання пестицидів у побуті, про що повідомляють батьки, свідчить про те, що діти, які брали участь у цьому дослідженні, піддавалися впливу ФОС-пестицидів виключно через споживання їжі. Недавніми змінами в законодавстві (Управління з охорони довкілля США, 1998 р.), спрямованими на зменшення впливу на дітей, використання багатьох пестицидів на основі хлорорганічних сполук у місцях проживання людей заборонене або обмежене. Залишки хлорпірифосу та малатиону регулярно виявляли в окремих харчових продуктах (табл. 2), як свідчать дані щорічного дослідження USDA PDP за 2000–2003 роки (USDA 2005). Ці харчові продукти також часто вживали діти, які брали участь у даному дослідженні. На жаль, тенденцію використання цих ФОС-пестицидів у сільському господарстві після 2002 року оцінити не вдалося, оскільки у 2003 році об'єктами моніторингу були інші продукти. Тож те, як згадані зміни в законодавстві позначилися на ризиках для дитячого здоров'я, спричинених ФОС-пестицидами, важко оцінити кількісно.

І наостанок, масштаби варіабельності, пов'язані з виміряними в цьому дослідженні рівнями метаболітів ФОС-пестицидів у сечі, є досить великими; це свідчить, що сценарій надходження з їжею є спорадичним і мас

Таблиця 2. Частота виявлення (%)^a залишків хлорпірифосу та малатиону в продовольчих товарах та частота споживання цих продуктів дітьми влітку 2003 року.

Продукт	Виявлення хлорпірифосу				Виявлення малатиону				Частота споживання дітьми ^b
	2000	2001	2002	2003	2000	2001	2002	2003	
Яблука	12	8	1	—	0	0	0	—	22
Броколі	—	2	3	—	—	0	< 1	—	5
Канталупа	< 1	—	—	1	0	—	—	0	12
Морква	0	2	7	—	0	< 1	0	—	14
Селера	—	1	3	—	—	20	26	—	2
Вишня	3	1	—	—	16	11	—	—	8
Виноград (в т. ч. сік)	9	6	—	—	< 1	0	—	—	15
Нектарин	6	2	—	—	< 1	0	—	—	4
Апельсин	1	2	—	—	0	—	—	—	5
Персик	30	34	35	—	0	< 1	< 1	—	6
Рис	< 1	< 1	< 1	—	17	11	4	—	15
Полуниця (свіжа)	< 1	—	—	—	18	—	—	—	8
Солодкий перець	15	—	5	18	2	—	0	1	3
Помідори (консервовані) ^c	0	9	—	4	0	0	—	0	26
Пшениця/ячмінь/соя ^d	—	—	4	16	—	—	2	38	229

^aДані USDA (2005). Порожні комірки означають, що USDA не проводило аналіз на вміст хлорпірифосу або малатиону.

^bЗагальне споживання (порції) 23 дітьми 15 днів поспіль.

^cСпожито разом з іншими продуктами, такими як піца, макарони та спаеті.

^dВключно з піцою, бейглами, хлібом, сухими сніданками, печивом, чипсами, крекерами та локшиною.

значні часові коливання. Така варіабельність відображає поєднання варіацій залишків ФОС-пестицидів, виявлених у харчових продуктах, ймовірності споживання цих харчових продуктів та відносно короткого періоду біологічного напіврозпаду ФОС-пестицидів в організмі людини. Недоліком такої великої варіабельності є те, що вона може скомпрометувати реальний зв'язок між впливом і результатом, що нас цікавить. Попри таку притаманну варіабельність, у цьому дослідженні були очевидні статистично значущі тенденції. Бажано використовувати схему дослідження, яка передбачає щоденний повторний збір зразків протягом певного періоду з урахуванням фармакокінетики неперсистентних пестицидів, таких як ФОС-пестициди. Зразок першої ранкової сечі був запропонований як найкращий показник щоденного контакту з ФОС-пестицидами (Kissel et al. 2005). Однак такий підхід вважається недостатнім для оцінки надходження ФОС-пестицидів з їжею або інших сценаріїв впливу, в яких діяльність суб'єктів, зокрема структура харчування, має динамічний характер. У багатьох зразках першої ранкової сечі, зібраних у ході цього дослідження, не було виявлено метаболітів ФОС, а от у зразках сечі, зібраних напередодні перед сном, метаболіти виявлялися. Залежно від часу надходження залишків пестицидів з певними стравами, зразки першої ранкової сечі можуть не відображати реальної експозиції. З огляду на навантаження на учасників дослідження та вартість аналізування зразків, найкращим варіантом для оцінки надходження ФОС-пестицидів з їжею є збір зразків сечі перед сном та від першого ранішнього сечовипускання.

Діти та їхні сім'ї, які брали участь у цьому дослідженні, не репрезентують загального населення США, тому не слід намагатися поширювати ці висновки на інших дітей. З точки зору регулювання та охорони здоров'я буде цікаво провести додаткові дослідження, що включали б дітей, які живуть у родинях, де в побуті часто використовують пестициди. Якщо не дотримуватися інструкцій на

етикетці, використання пестицидів у побуті або поблизу домівок може призвести до більшого впливу на мешканців, особливо на дітей, ніж надходження з їжею (Lu et al. 2001).

ВИСНОВОК

Ми використовували новітній план дослідження, щоб переконливо продемонструвати здатність органічного харчування зменшувати потрапляння ФОС-пестицидів в організм дитини та відповідні можливі ризики для здоров'я. Це зниження рівня надходження було різким і негайним для пестицидів малатион і хлорпірифос, які широко і переважно використовують в агропромисловості, а в побуті не використовують взагалі, або використовують мінімально. Отже, результати цього дослідження щодо надходження ФОС-пестицидів в організм дітей підтверджують висновок NRC (1993) про те, що надходження пестицидів з їжею може бути основним джерелом їх потрапляння в організм немовлят і дітей молодшого віку.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

- Adgate JL, Clayton CA, Quackenboss JJ, Thomas KW, Whitmore RW, Pellizzari ED, et al. 2000. Measurement of multi-pollutant and multi-pathway exposures in a probability-based sample of children: practical strategies for effective field studies. *J Expo Anal Environ Epidemiol* 10:650–651.
- Barr DB, Turner WE, DiPietro E, McClure PC, Baker SE, Barr JR, et al. 2002. Measurement of *p*-nitrophenol in the urine of residents whose homes were contaminated with methyl parathion. *Environ Health Perspect* 110:1085–1091.
- Curl CL, Fenske RA, Elgethun K. 2003. Organophosphorus pesticide exposure of urban and suburban pre-school children with organic and conventional diets. *Environ Health Perspect* 111:377–382.
- Fenske RA, Kedan G, Lu C, Fisker-Andersen JA, Curl CL. 2002. Assessment of organophosphorus pesticide exposures in the diets of preschool children in Washington State. *J Expo Anal Environ Epidemiol* 12:21–28.
- Flower KB, Hoppin JA, Lynch CF, Blair A, Knott C, Shore DL, et al. 2004. Cancer risk and parental pesticide application in children of Agricultural Health Study participants. *Environ Health Perspect* 112:631–635.
- Garry VF. 2004. Pesticides and children. *Toxicol Appl Pharmacol* 198:152–163.
- Gordon SM, Callahan PJ, Nishioka MG, Brinkman MC, O'Rourke MK, Lebowitz MD, et al. 1999. Residential environmental measurements in the National Human Exposure Assessment Survey (NHXAS) pilot study in Arizona: preliminary results for pesticides and VOCs. *J Expo Anal Environ Epidemiol* 9:456–470.
- Hore P, Robson M, Freeman N, Zhang J, Wartenberg D, Ozkaynak H, et al. 2005.

- Chlorpyrifos accumulation patterns for child-accessible surfaces and objects and urinary metabolite excretion by children for 2 weeks after crack-and-crevice application. *Environ Health Perspect* 113:211–219.
- Kissel J, Curl C, Kedan G, Lu C, Griffith W, Barr D, et al. 2005. Comparison of organophosphorus pesticide metabolite levels in single and multiple daily urine samples. *J Exp Anal Environ Epidemiol* 15:164–171.
- Lu C, Bravo R, Calabiano LM, Irish RM, Weerasekera G, Barr DB. 2005. The presence of dialkylphosphates in fresh fruit juices: implication for organophosphorus pesticide exposure and risk assessments. *J Toxicol Environ Health* 68:209–227.
- Lu C, Fisker-Anderson J, Knutson D, Moate T, Fenske R. 2001. Biological monitoring survey of organophosphorus pesticide exposure among pre-school children in the Seattle metropolitan area. *Environ Health Perspect* 109:299–303.
- MacIntosh DL, Kabiru C, Echols SL, Ryan PB. 2001. Dietary exposure to chlorpyrifos and levels of 3,5,6-trichloro-2-pyridinol in urine. *J Expo Anal Environ Epidemiol* 11:279–285.
- Morgan MK, Sheldon LS, Croghan CW, Jones PA, Robertson GL, Chuang JC, et al. 2005. Exposures of preschool children to chlorpyrifos and its degradation product 3,5,6-trichloro-2-pyridinol in their everyday environments. *J Expo Anal Environ Epidemiol* 15:297–309.
- Olsson A, Baker SE, Nguyen JV, Romanoff LC, Udunka SO, Walker RD, et al. 2004. A liquid chromatography/tandem mass spectrometry multiresidue method for quantification of specific metabolites of organophosphorus pesticides, synthetic pyrethroids, selected herbicides and DEET in human urine. *Anal Chem* 76:2453–2461.
- NRC (National Research Council). 1993. *Pesticides in the Diets of Infants and Children*. Washington, DC: National Academy Press.
- Reynolds P, Von Behren J, Gunier RB, Goldberg DE, Harnly M, Hertz A. 2005. Agricultural pesticide use and childhood cancer in California. *Epidemiology* 16:93–100.
- USDA. 2005. *Pesticide Data Program*. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. Available: <http://www.ams.usda.gov/science/pdp> [accessed 15 May 2005].
- U.S. Environmental Protection Agency. 1998. *Children's Vulnerability to Toxic Substances in the Environment*. EPA600/F/98/013. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency.
- Whyatt RM, Rauh V, Barr DB, Camann DE, Andrews HF, Garfinkel R, et al. 2004. Prenatal insecticide exposures and birth weight and length among an urban minority cohort. *Environ Health Perspect* 112:1125–1132.



Цей матеріал перекладено українською мовою міжнародним проектом «Ініціатива українська співпраця у галузі органічного сільського господарства». @ всі права захищені. Повне чи часткове відтворення чи передача цієї публікації в будь-якій формі чи будь-якими засобами, в тому числі електронними, механічними, шляхом фотокопіювання чи запису у будь-якій іншій спосіб можливе лише за попередньої згоди авторів або видавця.