



УДК 613.2.099 : 547.175

ТОКСИКОЛОГО-ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА НІТРАТНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ПРОДУКТАМИ ХАРЧУВАННЯ НА ОРГАНІЗМ ДІТЕЙ

М.П. Гребняк, доктор мед. наук, професор, Р.А. Федорченко, кандидат мед. наук
Запорізький державний медичний університет, м. Запоріжжя, Україна

РЕЗЮМЕ. Широке застосування азотовмісних мінеральних і органічних добрив обумовлює забруднення нітратами сільськогосподарської продукції рослинного походження. Особливу небезпеку підвищені концентрації нітратів у харчових продуктах представляють для дитячого населення.

Мета. Токсиколого-гігієнічна оцінка нітратного навантаження продуктами харчування на організм людини.

Матеріали і методи дослідження. У дослідженні проведено аналіз основних харчових продуктів рослинного походження. Вміст нітратів визначався іонометричним методом відповідно до ГОСТ 29270-95 у 1366 пробах продуктів, що використовувались у дитячих дошкільних установах. Одержані дані співставляли з регламентом максимальних рівнів окремих забруднювачів у харчових продуктах. Розрахунок добового аліментарного навантаження нітратами проводився за допомогою 24-годинного відтворення харчування.

Результати дослідження та обговорення. Аналіз проб рослинних продуктів у дитячих дошкільних установах показав, що за вмістом нітратів вони істотно відрізняються як за величиною концентрації, так і за питомою вагою проб з перевищенням максимально-допустимих рівнів. Порівняльний аналіз вказує на коливання концентрацій нітратів у овочах в різних країнах у широкому діапазоні. В цілому, розрахункове значення середньодобового нітратного навантаження продуктами рослинного походження на 1 кг маси тіла найбільшим було у дітей 4–6 річного віку.

Висновки. Найвищі концентрації нітратів виявлені у буряку, капусті моркві. Рівень нітратів у продуктах місцевого походження коливається у широких межах. Найчастіше перевищення гігієнічних регламентів спостерігалось в помідорах та огірках. Найбільша кількість нітратів з добовим продуктовим набором надходить до організму дітей 4-річного віку за рахунок капусти і буряку. Нітратне навантаження зазначеними овочами становить половину від їхнього сумарного надходження.

Ключові слова: нітратне навантаження, рослинні продукти, діти дошкільного віку.

Інтенсивне застосування азотовмісних мінеральних і органічних добрив супроводжується забрудненням нітратами сільськогосподарських продуктів рослинного походження. Головними джерелами надходження нітратів екзогенного походження є овочі (70 %) й інша продовольча сировина, а також питна вода із місцевих скважин та колодязів [1, 2, 3]. У зв'язку з цим необхідне проведення гігієнічної оцінки нітратного навантаження для різних груп населення з метою профілактики отруєнь організму. Підвищення кількості нітратів становить найбільшу небезпеку для дітей через вікові особливості метаболізму та специфіку споживання продуктів харчування.

Мета дослідження. Токсиколого-гігієнічна оцінка нітратного навантаження продуктами харчування на організм людини.

Матеріали та методи дослідження. Вміст нітратів у рослинній продукції визначали іоно-

метричним методом у відповідності із ГОСТ 29270-95 «Продукти переробки плодів та овочів. Метод визначення нітратів». Досліджено 1366 проб продуктів рослинного походження і молока, призначених для харчування у дитячому дошкільному закладі, сумарне надходження нітратів на добу розраховували на істивну частину продуктів. Розрахунок добового аліментарного навантаження нітратами виконували на підставі оцінки споживання харчових продуктів за даними фактичного харчування. Застосовано метод 24-годинного відтворення харчування із аналізом продуктового набору. Фактичне середньодобове споживання продуктів у дитячих дошкільних установах розраховано за 348 меню-розкладками із доповненням анкетно-опитувального методу. Оцінювали потенційно надлишкову добову дозу нітратів, виходячи як з їх допустимого регіонального рівня, так і з фактичної концент-

рації нітратів у продуктах регіону. Також оцінювався внесок основних груп харчових продуктів у загальне значення експозиції нітратами.

Статистична обробка матеріалів виконана методами параметричної та непараметричної статистики (програма «Descriptive Statistic», пакет Statistica 6,0»).

Результати та їх обговорення. На етапі ідентифікації ризику встановлено, що рівень нітратів у продуктах рослинництва місцевого походження (осінь) коливався у широких межах (табл. 1).

Так, найбільший відсоток проб з перевищенням регламентів був виявлений при дослідженні томатів (43,2) та огірків (34,6). Питома вага проб буряку столового з перевищенням максимально допустимого рівня була мінімальною — 8,6 %. Решта продуктів за питомою вагою проб, в яких кількість нітратів була вищою за норму, розташувалися в наростаючому порядку наступним чином: капуста білокачанна (13,5 %), морква (14,5 %), яблука (16,7 %), баштанні (23,3 %), цибуля ріпчаста (25,4 %) і картопля (26,5 %). У досліджених продуктах рослинництва вміст нітратів коливався у широких межах, що пов'язано з рівнем використання азотних добрив і багатьма іншими факторами — біологічними особливостями культур, умовами освітленості, температури повітря і ґрунту протягом періоду збирання врожаю та ін.

Концентрація нітратів за даними різних дослідників [4] в овочах та фруктах знаходиться у досить широкому діапазоні (табл. 2). Вона є обов'язковим наслідком впливу інтенсивних агрономічних технологій та системи контролю за агрохімікатами.

Порівняння концентрації нітратів у різних видах овочів вказує на те, що найвищі концентрації мають буряк столовий (635–3000 мг/кг), капуста білокачанна (205–725 мг/кг) та морква (48–352 мг/кг). За місцем походження найнебезпечнішими у нітратному відношенні є овочі, що вирощені у Китаї та Кореї. У зв'язку з цим їх слід використовувати для харчування із застереженнями.

Аналіз досліджених продуктових наборів (табл. 3) показав, що згідно з даними допустимого вмісту нітратів найбільша їхня кількість надходить до організму дітей у віці 4–6 років та формується за рахунок капусти (1,0–2,4 мг на 1 кг маси тіла) і буряку (1,5–2,0 мг на 1 кг). Нітратне навантаження, що обумовлене зазначеними овочами, становить понад 55 % від сумарного надходження нітратів. Досить високу частку у загальне нітратне навантаження вносить і картопля (близько 15 %).

Сумарне розрахункове середньодобове надходження нітратів було мінімальним для 6-річних дітей. Але і для цієї вікової групи його значення було вищим допустимої добової дози, встановленої Об'єднаним комітетом ФАО/ВООЗ. Якщо врахувати і надходження

Таблиця 1

Рівень нітратів у продуктах рослинництва

Продукт	Максимальні допустимі рівні, мг/кг	Фактичний вміст нітратів, мг на 1 кг сирової маси		Питома вага проб з перевищенням регламентів, %
		середній	межі коливань	
Картопля	250	121,1	10-1095	26,5
Капуста білокачанна	900 ¹ /500 ²	205,2	12-1222	13,5
Морква	400 ¹ /250 ²	159,6	13-1133	14,5
Буряк столовий	1400	653,9	30-3087	8,6
Огірки ґрунтові	300 ³ /150 ⁴	147,9	11-1550	34,6
Цибуля ріпчаста	80	76,2	16-260	25,4
Томати	150	62,0	12-450	43,2
Баштанні	90 ⁵ /60 ⁶	91,4	12-319	23,3
Яблука	60	28,8	3-87	16,7

Примітки: 1 — рання; 2 — пізня; 3 — захищений ґрунт; 4 — відкритий ґрунт; 5 — дині; 6 — кавуни.

Таблиця 2

Концентрація нітратів у продуктах рослинництва, мг/кг

Продукт	ЕС	Ранг	Україна	Ранг	Китай	Ранг	Корея	Ранг
Картопля	168	5	121	5	335	4	452	2
Капуста білокачанна	311	2	205	2	630	2	725	1
Морква	296	3	160	3	352	3	316	3
Буряк столовий	1379	1	654	1	3000	1	—	—
Огірки ґрунтові	185	4	148	4	286	5	212	4
Цибуля ріпчаста	164	6	76	6	13	7	23	5
Томати	43	7	62	7	58	6	—	—

Таблиця 3

Розрахункове середньодобове надходження нітратів з овочами та фруктами до організму дітей дошкільного віку

Продукт	Вік (роки)	Надходження нітратів			
		у розрахунку на дані допустимого вмісту нітратів у продуктах		у розрахунку на фактичну концентрацію нітратів у продуктах	
		мг на 1 кг маси тіла	% від сумарного надходження	мг на 1 кг маси тіла	% від сумарного надходження
Картопля	4	1,3	15,9	0,8	14,0
	5	1,0	14,9	0,6	12,5
	6	0,9	14,8	0,6	13,0
Буряк	4	2,0	24,5	1,9	33,3
	5	1,6	23,8	1,9	33,3
	6	1,5	24,6	1,5	32,7
Морква	4	0,7	8,5	0,6	3,5
	5	0,6	9,0	0,2	4,2
	6	0,5	8,2	0,2	4,3
Капуста	4	2,4	29,3	1,3	22,8
	5	2,0	29,8	1,1	22,8
	6	1,9	31,1	1,0	21,8
Томати	4	0,2	2,4	0,1	1,8
	5	0,2	3,0	0,1	2,1
	6	0,1	1,6	0,1	2,2
Огірки	4	0,2	2,4	0,2	3,5
	5	0,2	3,0	0,2	4,2
	6	0,2	3,3	0,2	4,3
Цибуля	4	0,2	2,4	0,1	1,8
	5	0,2	3,0	0,1	2,1
	6	0,2	1,6	0,1	2,2
Баштанні	4	0,1	2,4	0,4	7,0
	5	0,1	1,5	0,3	6,3
	6	0,1	1,6	0,3	6,5
Фрукти	4	0,5	6,1	0,2	3,5
	5	0,4	6,0	0,2	4,2
	6	0,4	6,6	0,2	4,3

нітратів з питною водою (40–45 мг/л), то нітратне навантаження у дитячих дошкільних установах зростає ще більше.

Токсикокінетика нітратів полягає у швидкому всмоктуванні у шлунково-кишковому тракті, перетворенні 5–9 % концентрації їх вмісту у ротовій порожнині на нітриту, участі у синтезі нітрозамінів у шлунку, екскреції більшої частини із сечею, а також повторному всмоктуванні нітратів у ШКТ, що виділилися із слиною та жовчю [5, 6].

Токсикодинаміка нітратів у ШКТ зумовлена їхнім перетворенням у нітриту. Подальший патогенез детермінується окисненням іонів заліза (Fe^{2+} молекули діоксигемоглобіну до Fe^{3+} з утворенням метгемоглобіну). Вказаний метгемоглобін нездатний зв'язуватися й транспортувати кисень. Тяжкість клінічних проявів (ціаноз, порушення кровопостачання органів та тканин, порушення серцевого ритму й функціонування ЦНС) залежить від вмісту метгемоглобіну [7, 8, 9]. Поряд з цим нітриту за одночасної дії амінів внаслідок нітрифікації мають канцерогенний потенціал [9, 10, 11].

Групами ризику за дії нітратів є діти (більш висока схильність гемоглобіну до окислення, менш активна метгемоглобінредуктаза, сприятливе середовище ШКТ для відновлення нітратів до нітриту), вагітні (схильність до розвитку метгемоглобінемії), дорослих із низьким рівнем метгемоглобінредуктази або зниженою кислотністю шлунка [1, 2, 3, 9, 12, 13].

Отже, встановлені гранично допустимі концентрації нітратів у рослинних продуктах не дозволяють повною мірою захистити дітей від впливу підвищених кількостей нітратів, що, безумовно, підвищує імовірність розвитку порушень у стані здоров'я дітей [9, 12]. Фактичне споживання дітьми нітратів у дитячих дошкільних установах в основному було аналогічним щодо розрахункової їхньої кількості, яка обчислювалась на підставі даних щодо допустимої концентрації нітратів у продуктах.

Основними джерелами надходження нітратів для них були буряк, капуста і картопля, питома вага яких у загальній структурі надходження нітратів становила 67–70 %. Найчастіше значна кількість нітратів надходила за рахунок буряку (третина сумарного надходження). Привертає увагу більш значне, у порівнянні з допустимим вмістом, надходження нітратів з баштаними культурами, що вка-

зує на необхідність посилення агрохімічного і санітарного контролю за цими продуктами. Сумарне фактичне надходження нітратів з овочами, фруктами і молоком у регіоні не перевищувало встановлену дозу (виняток становили діти 4-річного віку).

До негативних змін у стані здоров'я дітей, що виникають за дії підвищених кількостей нітратів, відносяться порушення імунного статусу, зниження неспецифічної резистентності організму, розвиток гіпоксії [14]. Порушення функції імунної системи найчастіше спостерігалось у дітей віком: 4 роки — $35,3 \pm 0,9$ %, 5 років — $26,3 \pm 0,6$ %, 6 років — $23,3 \pm 0,4$ %. Також відомо, що до підвищених нітратних навантажень особливо чутливі діти, які страждають на хронічні захворювання легенів, органів травлення, крові [15, 16, 17]. В обстежених дошкільних установах рівень поширеності зазначених захворювань становив відповідно 44,1–57,6 0/00, 19,9–32,8 0/00, і 4,6–18,2 0/00.

Підвищені рівні забруднення харчових продуктів і води призводять до збільшення у 4 рази кількості дітей, що часто хворіють та у 3 рази — з алергічними проявами. Встановлено, що вміст нітратів у воді, навіть у концентраціях менших за ГДК, підвищує ризик виникнення пухлин, у субтоксичних дозах — метгемоглобінемії, у великих дозах — гострих отруєнь [7, 8, 9, 15, 16]. При споживанні питної води з підвищеною концентрацією нітратів відзначається дисбаланс субпопуляцій лімфоцитів та їх функцій; у дітей частіше зустрічаються хвороби шкіри та підшкірної клітковини — у 6 разів, ГРЗ — у 3,8 разів пневмонії — у 3,5 разів [14].

Підсумовуючи сказане, з метою зниження нітратного навантаження на дітей, які відвідують дитячі дошкільні установи, як першочергові заходи пропонуємо: розробити спеціальні регламенти застосування азотовмісних добрив при вирощуванні овочевих і плодівих культур для дітей; при здійсненні державного санітарно-епідеміологічного нагляду приділяти пріоритетну увагу господарствам, які вирощують овочеві та плодіві культури для дитячого харчування; обґрунтувати максимально допустимі рівні нітратів у продуктах рослинного походження, що використовуються у дитячих установах.

Висновки

1. Найвищі концентрації нітратів мають буряк столовий, капуста білокачанна та морква. Рівень нітратів місцевого походження колива-

ється у широких межах. Найчастіше перевищують гігієнічні регламенти томати й огірки.

2. Найбільша кількість нітратів з добовим продуктовим набором надходить до організму дітей 4–6 річного віку за рахунок капусти та буряку. Нітратне навантаження зазначеними овочами становить половину від їхнього сумарного надходження.

Перспективи подальших досліджень

Перспективи подальших досліджень полягають у визначенні дозових ризиків для дитячого населення від нітратів та інших забруднювачів продовольчих продуктів рослинного походження.

ЛІТЕРАТУРА

1. Du S. Accumulation of nitrate in vegetables and its possible implication to human health / S. Du, Y. Zhang, X. Lin // *Agr.Sci.Scina.* — 2007. — V. 6 (10). — P. 1246–1255.
2. Guidance of the scientific committee on a request from EFSA related to uncertainties in dietary exposure assessment // *EFSA J.* — 2006. — Vol. 438. — P. 1–54.
3. Santamaria P. Nitrate in vegetables: toxicity content, intake and EC regulation // *J.Food Agric.* — 2006. — V. 86. — P. 10–17.
4. Nitrate and Nitrite in vegetables Available in Hong Kong // Centre for Food Safety, Food and Environmental Hygiene Department, Report № 40, July 2010. — 41 p.
5. A pilot study to investigate nitrate and nitrite kinetics in healthy volunteers with both normal and artificially increased gastric pH after sodium nitrate ingestion / E.P.H. Colbers, C. Hegger, J.M. Kortboyer [et al.] // Report No. 235802001 of the National Institute of Public Health and the Environment (RIVM), Bilthoven, Netherlands. — P. 1–62.
6. Nitrate in vegetables. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food chain // *The EFSA Journal.* — 2008. — V. 689. — P. 1–79.
7. ATSDR; Case studies in Environment Medicine // Nitrate/Nitrite Toxicity. — P. 9–11. Course: SS3054. Revision Date: January 2001 Original Date: October 1991 Expiration Date: January 2007.
8. Mensinga T.T. / T.T. Mensinga, G.J. Speijers, J. Meulenbelt / Health implications of exposure to environmental nitrogenous compounds. *Toxicol.Rev.* — 2003. — №22. — P. 41–51.
9. IPCS; Poisons Information Monograph G016: Nitrates and nitrites. (September 1996). Available from, as of October 24, 2006: <http://www.inchem.org/documents/pims/chemical/pimg016.html>.
10. WHO Food Additives Series 35 (844): Nitrite. Available from, as of October 31, 2006: <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v35je13.htm>.
11. IARC (2010). Ingested nitrate and nitrite and cyanobacterial peptide toxins. International Agency for Research on Cancer, Lyon. 464 pp. (IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Volume 94).
12. Methemoglobinemia caused by the ingestion of courgette soup given in order to resolve constipation in two formula-fed infants / F. Savino, S. Maccario, C. Guidi [et al.] // *Ann.Nutr.Metab.* — 2006. — №50. — P. 368–371.
13. U.S. EPA (1990). Drinking water criteria document on nitrate/nitrite. Prepared by Life Systems, Inc., Cleveland, Ohio, for the Criteria and Standards Division, Office of Drinking Water, U.S. Environmental Protection Agency, Washington DC. PB-91-142836.
14. Гребняк М.П. Медична екологія: Навчальний посібник // за редакцією професора М.П. Гребняка. — Дніпропетровськ: «Акцент», 2016. — 484 с.
15. Methemoglobinemia and Consumption of Vegetables in Infants. *Pediatrics* 2009; 107(5) 1024–1028 / Echaniz J. [et al.] Available from URL: <http://www.pediatrics.org/cgi/content/full/107/5/1024>.
16. Clinical analysis of 22 cases of methemoglobinemia in children. *Journal of Jinggangshan University (Science and Technology)* / Zhang [et al.] — 2009. — №30 (2). — P. 92–94.
17. Кластеры региональных особенностей питания детей и подростков с разным уровнем здоровья / А.И. Верещагин, А.В. Истомин, Ю.Ю. Елисеев [и др.]. // *Здоровье населения и среда обитания.* — 2013. — № 3. — С. 11–12.

ТОКСИКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НИТРАТНОЙ НАГРУЗКИ ПРОДУКТАМИ ПИТАНИЯ НА ОРГАНИЗМ ДЕТЕЙ

Н.П. Гребняк, Р.А. Федорченко

Запорожский государственный медицинский университет, г. Запорожье, Украина

РЕЗЮМЕ. Широкое применение азотсодержащих минеральных и органических удобрений обуславливает загрязнение нитратами сельскохозяйственной продукции растительного происхождения. Особую опасность повышенные концентрации нитратов в пищевых продуктах представляют для детского населения.

Цель. Токсиколого-гигиеническая оценка нитратной нагрузки продуктами питания на организм человека.

Материалы и методы исследования. Проведен анализ основных пищевых продуктов растительного происхождения. Содержание нитратов определялось ионометрическим методом в соответствии с ГОСТ 29270-95 в 1366 пробах продуктов, используемых в детских дошкольных учреждениях. Полученные данные сопоставляли с регламентом максимальных уровней отдельных загрязнителей пищевых продуктов. Расчёт суточной алиментарной нагрузки нитратами производили с помощью 24-часового воспроизведения питания.

Результаты исследования и обсуждение. Анализ проб растительных продуктов в детских дошкольных учреждениях показал, что они по содержанию нитратов существенно различаются как по величине концентрации, так и по удельному весу проб с превышением максимально-допустимых уровней. Сопоставительный анализ указывает на колебание концентраций нитратов в овощах в различных странах в широком диапазоне. В целом, расчётная среднесуточная нитратная нагрузка растительными продуктами на 1 кг массы тела наибольшей была у детей четырёхлетнего возраста.

Выводы. Наивысшие концентрации нитратов обнаружены в свекле столовой, капусте белокочанной и моркови. Уровень нитратов в продуктах местного происхождения колеблется в широких пределах. Зачастую превышения гигиенических регламентов наблюдались в томатах и огурцах. Наибольшее количество нитратов с суточным продуктовым набором поступает в организм детей 4–6 летнего возраста за счет капусты и свеклы. Нитратная нагрузка указанными овощами составляет половину от их суммарного поступления.

Ключевые слова: нитратная нагрузка, растительные продукты, дети дошкольного возраста.

TOXICOLOGICAL AND HYGIENIC ASSESSMENT OF NITRATE LOAD FOODS ON CHILDREN'S ORGANISM

N. Grebnyak, R. Fedorchenko

Zaporozhye State Medical University, Ukraine

SUMMARY. The widespread use of nitrogen-containing mineral and organic fertilizers causes nitrate pollution of agricultural products of plant origin. Special danger elevated nitrate concentrations in food are for the child population.

Aim of the research. Toxicological and hygienic assessment of the nitrate load of food on the human body.

Materials and methods. The study carried out an analysis of basic food products of plant origin. The nitrate content was determined by potentiometric method in accordance with GOST 29270-95 1366 samples of products used in day care centers. The findings were compared with the rules of maximum levels for certain contaminants in food. Calculation of daily nutritional load nitrates produced using 24-hour food recall.

Results of the study and discussion. Analysis of samples of vegetable products in preschool institutions showed that they are on the content of nitrates significantly different in magnitude concentration, and by the specific gravity of samples exceeding the maximum permissible levels. Comparative analysis indicates the fluctuation of the concentration of nitrates in vegetables in the different countries in a wide range. In general, the calculated average daily nitrate load of plant products per 1 kg of body weight was highest at the age of four children.

Conclusions. The highest concentrations of nitrates are found in beets dining, cabbage and carrots. Nitrate levels in the local origin of the products varies widely. Often exceeding hygienic regulations were observed in tomatoes and cucumbers. The greatest amount of nitrates with daily food parcels enters the body of children 4 years of age due to the cabbage and beets. Nitrate load specified vegetables are half of their total revenues.

Key words: nitrate load, vegetable products, preschool children.

Надійшла до редакції 12.12.2016