

ОЦІНКА БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ З РОЗВИТКОМ НАНОТЕХНОЛОГІЙ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У статті розглянуто дослідження, які пов'язані з впливом наночастинок на організм людини. Описано можливі шляхи проникнення даних частинок до організму людини. Наведено аналіз зростання кількості видів нанотехнологічної продукції на ринку України.

Ключові слова: наночастинок, наноматеріали.

Abstract

The article deals with the researches, which are related to the influence of nanoparticles on the human body. Possible ways of penetration of these particles into the human body are described. An analysis of the growth of the number of types of nanotechnological products in the Ukrainian market is presented.

Key words: nanoparticles, nanomaterials.

На сьогоднішній день у сфері високотехнологічних напрямків та інформаційних технологій відзначаються великі зміни. Дані зміни пов'язують з результатами наукових досліджень, направлених на створення матеріалів і пристроїв, розміри яких знаходяться в нанометровому діапазоні ($1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$), що з успіхом використовуються в сфері промислових технологій і діагностичного обладнання. Розвиток нанотехнологій служить початком третьої науково-технічної революції. У 60 країнах світу існують програми з розвитку нанонауки і нанотехнологій [1].

Нині наночастинок є у багатьох промислових товарах, зокрема в миючих засобах, лаках, поверхнях, каталізаторах та автомобільних шинах, сонячних батареях та складових мікроелектроніки. Без них вже не можна уявити собі й сучасної медицини. Промисловості їх потрібно усе більше й більше. Наночастинок, що знаходяться в сотнях придбаних товарів, здатні завдавати відчутної шкоди здоров'ю людини, оскільки здатні проходити крізь звичайні захисні бар'єри організму: шлунковий, плацентарний, гематоенцефалічний.

На сьогоднішній день вже існує розроблена оцінка впливу нових високотехнологічних матеріалів, що надає величезний вплив на психосоматичний і функціональний стан людини, а також навколишнє природне середовище [2-4].

Науковими дослідженнями було доведено, що наночастинок здатні завдати величезної шкоди здоров'ю [5-6]. Є чотири шляхи проникнення наночастинок в організм людини – через легені, нюховий епітелій, шкіру і шлунково-кишковий тракт. Найбільш доступні для наночастинок легені. Вони складаються з двох різних частин – повітряних шляхів, що транспортують повітря в легеневу тканину (трахеобронхіальний і назофарингеального регіони), і складових легеневої тканини альвеол, де відбувається газообмін. Легені людини містять близько 2300 км повітряних шляхів і 300 млн. альвеол. Загальна поверхня легенів дорослої людини 140 м^2 , що більше тенісного корту. Повітряні шляхи добре захищені від проникнення великих часток завдяки активному епітелію і в'язкому слизовому шару на його поверхні. Але в газообмінній області альвеол бар'єр між альвеолярною стінкою і капілярами дуже тонкий, всього 500 нм і легко проникний. Речовини, які не мають небезпеки, стають небезпечними для здоров'я при диспергуванні. Одним із прикладів є «цинкова» лихоманка, яка утворюється при згоранні цинку, після чого вдихаються аерозолі оксиду цинку. Після потрапляння наночастинок в організм, починають розвиватися різні захворювання. Як правило в клітини і тканини нашого організму потрапляють частинки розміром менше 20-30 нм, після чого відбувається накопичення наночастинок в ядрі і цитоплазмі клітин, далі відбувається порушення захисних систем клітин. Як правило, наночастинок потрапляють в організм через дихальні шляхи. Так, людиною щодоби через свої легені пропускається близько 20 м^3 повітря разом з наночастинками, що містяться в атмосферному повітрі [7]. Величезна шкода здоров'ю відбувається після вдихання наночастинок вуглецю, які зазвичай утворюються при недостатньо повному спалювання

дизельного або іншого палива в моторних двигунах, на електростанціях і особливо в процесі куріння [8-11]. Механізми захисту легеневої системи людини не може повністю впоратися з вуглецевою пилом, і вона досить легко і швидко надходить в легеневу систему організму людини, а від туди нанометрові частинки вуглецю розносяться через кров'яну систему по всьому організму [12, 13]. Як вивести наночастинки з організму поки невідомо, проте наночастинки можуть проявитися після 40 і більше років [14].

Деструктивність наноматеріалів для організму людини не закінчується на гострих респіраторних патологіях легенів. Виявлено канцерогенну дію широко використовуваних азбестових волокон в будівельних матеріалах, які можуть спровокувати злоякісні пухлини плеври і очеревини (силікоз). Після вдихання наночасток оксиду берилію, відбувається поступовий розвиток захворювання легенево-бронхіальної системи, яке часто стає причиною смертельного результату (беріллоз).

Так хімічно інертний і безпечний полімер фторопласт, який використовується при виготовленні посуду може стати причиною різних патологій і смерті організмів. Показано, що розпилений в атмосферному шарі у вигляді наночастинок полімер фторопласт (діаметром 26 нм) при концентрації (60 мкг/м^3) може викликати смерть у щурів (викликає закупорку в легенях тварин). Було доведено, що фторопластовий нанопил є токсичнішим, ніж речовини нервово-паралітичної дії [15].

Також загрозу для здоров'я несе двоокис титану – барвник білого кольору, що традиційно вважається нетоксичним. У вигляді дрібної пудри він застосовується при виготовленні багатьох кремів від засмагання, оскільки здатний поглинати ультрафіолетове випромінювання. Дослідники виявили, що наночастки діоксиду сприяють утворенню всередині клітини певних хімічних речовин, які захищають її при короткочасному виділенні, однак при більш тривалому часу дії являють для клітини серйозну небезпеку переродження.

Як показують дослідження фахівців з Массачусетського технологічного інституту і Гарвардської школи громадської охорони здоров'я деякі наночастинки можуть впливати на ДНК людини [16].

Наночастки, що додаються в продукти харчування, косметичні засоби і матеріали, які використовуються для виробництва одягу, при попаданні в організм, можуть накопичуватися в тканинах і вивільняти вільні радикали, що ушкоджують ДНК. Для дослідження цього ефекту вчені провели експерименти з п'ятьма наночастинами: срібла, діоксиду кремнію, а також оксидами цинку, заліза і церію. Як тканин для перевірки активності токсинів використовувалися лімфобластоїдні клітини крові людини і клітини яєчників китайських хом'яків.

За допомогою технології CometChip фахівці розглянули вплив наночастинок на два типи клітин, стандартно використовуваних для досліджень токсичності: людських кров'яних клітин лімфобластоїдів і клітин яєчника китайського хом'ячка.

Оксид цинку і срібла викликали найбільші пошкодження ДНК в обох клітинних лініях. Концентрація в 10 мг/л недостатньо висока, щоб убити всі клітини, але вона викликає велику кількість розривів в однокланковій ДНК. Діоксид кремнію, який зазвичай додається при виробництві харчових продуктів та медикаментів, викликав досить незначні пошкодження ДНК, як і оксиди заліза і церію.

Для того щоб визначити, як саме наночастинки оксидів металу впливають на людський організм в цілому, необхідні додаткові дослідження. Вчені впевнені, що ефект залежить від дози, а значить, необхідно з'ясувати, при якій концентрації негативні наслідки починають проявлятися. Також вони вважають, що діти і ембріони більш потенційно схильні до ризику від контакту з наночастинами, так як їх клітини діляться частіше, роблячи їх більш уразливими до пошкоджень ДНК [17].

Детальна токсиколого-гігієнічна характеристика нових наноматеріалів – це складний процес, на які потрібні місяці і експерти, також дороге обладнання і багато лабораторних тварин. На рис. 1 показано число видів продуктів наноіндустрії. В Центрі Вілсона була створена база даних застосування наночастинок і споживчих товарів. Там перераховано 1628 продуктів, і в 383 з них використовуються наночастинки срібла. Одним з найбільш поширених елементів є титан – 179 позицій. Наночастки можна знайти всюди, навіть в предметах особистої гігієни (зубній пасті, косметичці, поживних кремах), а також в харчових барвниках, добавках тощо [18].

Нанотехнології пропонують потенційні вигоди. Також був створений проект, щоб після розробки вивчити вплив на здоров'я людини і ризику, а також щоб ними управляти.

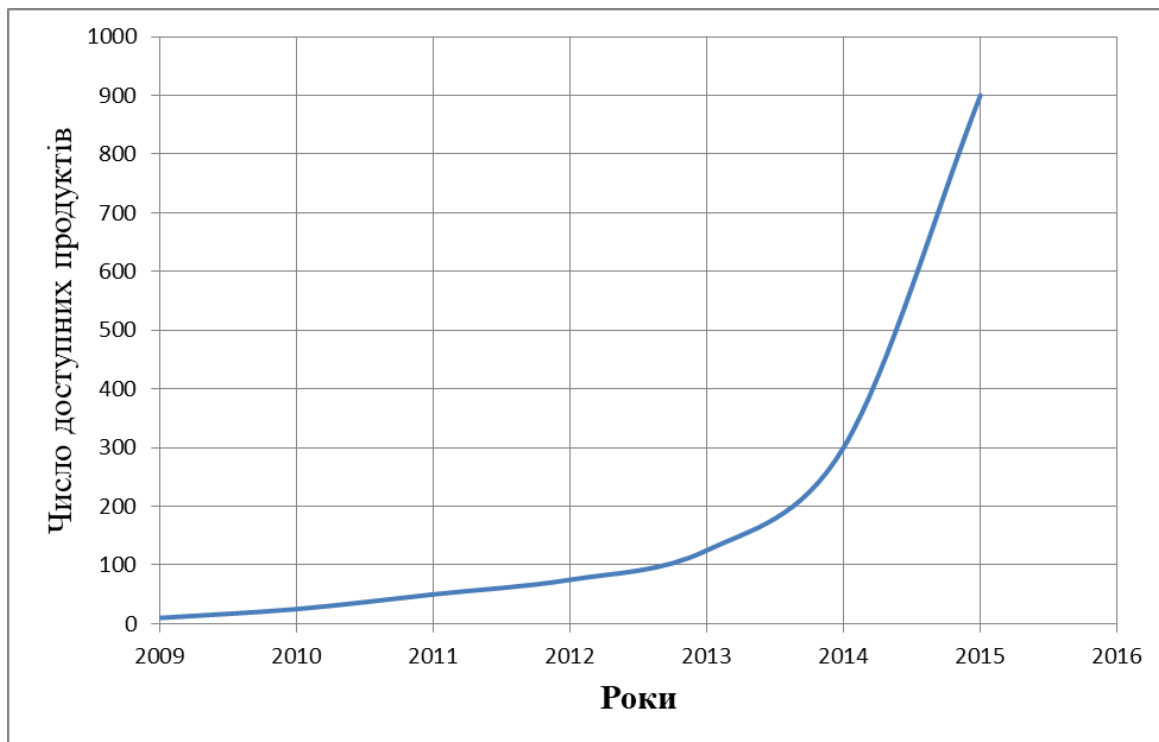


Рисунок 1 – Динаміка зростання кількості видів нанотехнологічної продукції в галузі харчових виробництв на українському ринку на 2009-2015 рр.

Висновки

Таким чином, широке застосування наноматеріалів в світі може призвести до найнепередбачуваніших наслідків. Прихильники нанотехнологій зобов'язані довести, що їхні товари або матеріали безпечні, перш ніж вводити в загальне користування. Для початку треба переконатися в їхній безпеці для людини і навколишнього середовища.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Chaudhry Q. Food applications of nanotechnologies : An overview of opportunities and challenges for developing countries / Q. Chaudhry, L. Castle // Trends Food Sci Technol. – 2011. – Vol. 22. – P. 595-603.
2. Воздействие на человека наночастиц [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу : <https://it.rfei.ru/course/~4VxS/~egMi/~S2Q7GRQv>.
3. Нанотехнологии в быту [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу : <http://www.nanoware.ru/nanotexnologii-v-bytu.html>.
4. Влияние наночастиц на растения. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу : <http://livescience.ru/content/view/351/241/>.
5. Senturk Ah. Nanotechnology As A Food Perspective / Ah. Senturk, B. Yalcin, S. Otles // Journal of Nanomaterials & Molecular Nanotechnology. – 2013. – Vol. 2:6.
6. Ramachandraiah K. Nanotechnology in Meat Processing and Packaging : Potential Applications – A Review / K. Ramachandraiah, Gu Ha Sung, Bok Chin Koo // Asian Australas. J. Anim. Sci. – 2015. – Vol. 28. – P. 290-302.
7. Petica A. Colloidal silver solutions with antimicrobial properties / A. Petica, S. Gavrilu, M. Lungu, N. Buruntea, C. Panzaru // Materials science and engineering. – 2008. – Vol. 152. – P. 22.
8. Кобилянський О. В. Основи охорони праці : навчальний посібник / О. В. Кобилянський, М. С. Лемешев, О. В. Березюк. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 188 с.
9. Лемешев М. С. Основи охорони праці для фахівців радіотехнічного профілю : навчальний посібник / М. С. Лемешев, О. В. Березюк. – Вінниця : ВНТУ, 2007. – 108 с.
10. Лемешев М. С., Березюк О. В. Основи охорони праці для фахівців менеджменту : навчальний посібник /

М. С. Лемешев, О. В. Березюк. – Вінниця : ВНТУ, 2009. – 206 с.

11. Березюк О. В. Охорона праці в галузі радіотехніки : навчальний посібник / О. В. Березюк, М. С. Лемешев. – Вінниця : ВНТУ, 2009. – 159 с.

12. Березюк О. В. Безпека життєдіяльності : навчальний посібник / О. В. Березюк, М. С. Лемешев. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 204 с.

13. Березюк О. В. Безпека життєдіяльності : практикум / О. В. Березюк, М. С. Лемешев, І. В. Заюков, С. В. Королевська. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 99 с.

14. Raghupathi K. R. Size-Dependent Bacterial Growth Inhibition and Mechanism of Antibacterial Activity of Zinc Oxide Nanoparticles / K. R. Raghupathi // Langmuir, 2011. – Vol. 27 (7). – P. 4020-4028.

15. Окара А. И. Нанотехнологии в производстве пищевых продуктов : состояние нормативной базы и проблемы / А. И. Окара // Вестник ХГАЭП. – 2011. – № 1 (52). – С. 79-85.

16. Некоторые наночастицы, добавляемые в потребительские товары, могут нанести вред ДНК [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу : <https://www.vesti.ru/doc.html?id=1465122&cid=2161>.

17. Наночастицы могут убить человека [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу : <https://vz.ru/society/2008/2/14/145100.html>.

18. Kittler S. Toxicity of Silver Nanoparticles Increases during Storage Because of Slow Dissolution under Release of Silver Ions / S. Kittler, C. Greulich, J. Diendorf, M. Koller, M. Epple // Chem. Mater. – 2010. – Vol. 22 (16). – P. 4548-4554.

Козін Дмитро Олександрович – студент групи ТТК-17мі, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: dimakoua@gmail.com

Науковий керівник: **Березюк Олег Володимирович** – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, e-mail: berezyukoleg@i.ua

Kozin Dmytro O. – Faculty of Infocommunications, Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: dimakoua@gmail.com

Supervisor: **Bereziuk Oleg V.** – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor, Associate Professor of the Chair of Life Safety and Safety Pedagogics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: berezyukoleg@i.ua