**фосфор в екології**

СПОЛУКИ ФОСФОРУ – ОДНІ ЖИТТЄВОНЕОБХІДНІ, ІНШІ – ШКІДЛИВІ.

Фосфор достатньо поширений в природі елемент, він займає 13 –те місце серед інших елементів (9,3·10-2 %). Особливістю фосфору є те, що його різноманітні сполуки відіграють дуже значну роль як у житті живих організмів, так і у неживій природі. Завдяки високій хімічній активності Фосфору в природі не зустрічається у вільному стані. Знайдено не менше, ніж 190 різних мінералів, які містять Фосфор, найбільш поширеними з них є апатити та фосфорити. В невеликій кількості сполуки Фосфору – фосфіди феруму, кобальту, ніколу зустрічаються у складі залізних метеоритів. Такі фосфіди металів утворюються при високих температурах та тиску. Ймовірно уявити їх існування у глибинних шарах мантії та ядра Землі. Фосфор часто називають багатоликим елементом. Це обумовлено тим, що в різних умовах він поводить себе по-різному, виявляючи то окислювальні, то відновні властивості. Багатоликісті Фосфору сприяє і здатність його бути в різних алотропних модифікаціях. В умовах близьких до звичайних найбільш поширеними є білий та червоний Фосфору. Перехід від білого до червоного Фосфору відбувається при нагріванні до 250°С без доступу повітря.

Всі природні, а також одержані людьми сполуки Фосфору можливо розподілити на декілька груп за напрямками їх існування та застосування. Перед тим, як виділити найбільше важливі для здоров’я та найбільше небезпечні для довкілля сполуки, назвемо ці групи:

1. Найбільшу та саму важливу групу складають сполуки Фосфору, що містяться в живих організмах, він є життєво необхідним елементом.
2. Велика частина сполук Фосфору, що добуває людство, витрачається на виготовлення сірників.
3. Використовують сполуки Фосфору також в військовому виробництві – для виготовлення запальних бомб та димових завіс.
4. В металургії додають сполуки Фосфору в сплави, що додає їм пластичності при заповненні складних форм.
5. Одержані біологічно-активні сполуки Фосфору, з яких отримують інсектициди. З Нітрогеном та Хлором Фосфор утворює фосфонілхлориди – високомолекулярні сполуки, одним з похідних цієї групи є безкарбоновий каучук.
6. При розкладі відмерлих тварин та людей утворюється газоподібний фосфін, самозапаленням якого на кладовищах пояснюють «блукаючі вогники».
7. Ізотоп Фосфору Фосфор-30 був першим штучно одержаним ізотопом. Фосфор та його ізотопи використовують в якості «мічених» атомів.

СПОЛУКИ ФОСФОРУ В ЖИВИХ ОРГАНІЗМАХ

Окрему групу складають органічні сполуки Фосфору, які беруть участь у всіх біохімічних процесах в живих організмах. Треба зазначити, що в організмах людей і тварин є в наявності як неорганічні, так і органічні сполуки Фосфору.

Наприклад, в організмі людини в середньому міститься 1,5 кг фосфору. Він розподілений так: 1,4 кг міститься в кістках, 130 грамів у м’язах, 12 грамів у нервових тканинах та мозку. Зубна емаль складається з фторапатиту. В живих організмах сполуки Фосфору входять до складу нуклеїнових кислот, які відіграють важливу роль у передачі спадкової інформації. В маленьких внутрішньоклітинних утвореннях – мітохондріях проходять хімічні реакції, які забезпечують організм енергією: тут поживні речовини, які надійшли з перетравленими харчами, окислюються киснем повітря. Більша частина енергії накопичується у молекулах аденозінтрифосфорної кислоти (АТФ). Ці складні органічні сполуки, які містять Фосфор, є універсальними акумуляторами енергії. Якщо організм синтезує білок, або виконує іншу роботу, яка потребує витрати енергії, відбувається гідроліз АТФ, при цьому виділяється енергія.

Фосфат-йони є основними внутрішньоклітинними аніонами. Концентрація фосфатів у клітинах у 40 разів вище, ніж у позаклітинному середовищі. Розчинні солі фосфорної кислоти формують фосфатну буферну систему, відповідальну за постійність кислотно-лужної рівноваги внутрішньоклітинної рідини. Вміст неорганічних фосфатів в крові складає 0,94-1,44 ммоль/дм3, але 50% неорганічних фосфатів знаходиться в кістках, де він разом з кальцієм утворює основну мінеральну речовину кісткової тканини. Фосфати – необхідний компонент клітинних мембран, вони входять до складу багатьох коферментів, нуклеїнових кислот і фосфопротеїнів. Значна частина енергії, що утворюється при розпаді вуглеводів акумулюється в багатих енергією органічних сполуках фосфорної кислоти. Аналогічно азоту, кисню,вуглецю фосфор бере участь у природному коло обігу речовин. У рослини Фосфор надходить через кореневу систему із ґрунту, в рослинах відбувається перетворення неорганічних фосфатів у складні фосфорорганічні речовини, які входять до складу організмів тварин та людей. Після загибелі людей та тварин залишки їх організмів надходять у ґрунт, де розкладаються з утворенням неорганічних речовин.

Природний колообіг речовин порушений діяльністю людей через те, що з урожаєм з ґрунту виносяться мільйони тон сполук Фосфору, який накопичується в насінні рослин та інших їх частинах. Природних джерел поповнення фосфатів майже не існує, тому поступово утворюється явище «фосфорного» голодування ґрунтів. Усунути нестачу фосфору можливо внесенням фосфорних добрив. Саме на одержання фосфорних добрив витрачається більша частина фосфору, який отримує людство. Одержання фосфорних добрив є прикладом перетворення природних фосфатів (фосфоритів та апатитів) у такі форми, які можуть легко через ґрунт надходити в рослинні організми. В рослинах неорганічні фосфати трансформуються в складні біоорганічні речовини – основу життя і розвитку тварин та людей. З літературних джерел відомо, що Фосфору відкрив алхімік Х.Бранд в пошуках «філософського каменю» перегонкою сечі. Так він виділив білий фосфор, що здатний світитись (1669 р.). Отже стало зрозумілим, що Фосфор входить до складу людського організму. В 1771 р. шведський хімік К. Шееле виділив Фосфор з кісток людей та тварин, а наприкінці 18 ст. було доведено, що Фосфор в ґрунті необхідний для розвитку рослин. Почались пошуки можливостей збагачення ґрунту сполуками Фосфору, англієць Лоуз одержав перші розчинні фосфати при дії сульфатної кислоти на кісткове борошно. Це стало початком розвитку хімії фосфорних добрив, до яких входить простий суперфосфат, подвійний суперфосфат, преципітат та ряд комплексних добрив. Тобто люди почали регулювати вміст Фосфору в ґрунтах і в сільськогосподарській продукції через внесення фосфатних добрив. Це сполуки металів з ортофосфорною кислотою. Існує велика кількість різновидів фосфатів і сфера їх застосування від харчової промисловості до виплавки металів і органічного синтезу. Відомо також, що фосфати знаходяться в екскрементах живих організмів . Тому на островах в світовому океані, що розташовані на шляху міграцій птахів, знаходяться великі поклади гуано- ефективних фосфорних добрив.

ЗАСТОСУВАННЯ МИЙНИХ ЗАСОБІВ З ФОСФАТАМИ

Історія розвитку хімії Фосфору містить декілька несподіваних і загрозливих екологічних явищ. В кінці 50-х років 20 ст. з’явилось несподіване явище утворення брудної піни на каналізаційних стоках у США. Це співпало з часом, коли населення стало масово застосовувати синтетичні мийні засоби, до складу яких входять фосфати лужних металів замість мила. Раніше такого піноутворення не спостерігалось. Вчені виявили ґрунтові бактерії, які здатні утилізувати молекули мила, але не здатні перетравлювати синтетичні мийні засоби, які містять розгалужений ланцюг вуглецевих атомів у алкілбензолсульфонаті. Пранню такий склад миючих засобів не заважає, але в природних жирах, з яких одержують мило, таке угрупування не зустрічається. Проблему вирішили шляхом заміщення розгалуженого ланцюга в алкілбензолсульфонаті на нерозгалужений.

Послідуючі успіхи в розробці миючих засобів – це застосування ферментів. Ферменти\_ це речовини, вироблені живими організмами, які здатні каталізувати біохімічні реакції. Певні ферменти каталізують реакції подібні тим, які відбуваються при перетравленні їжі, тому вони дуже ефективні при видалені плям від трави,яєць,крові, шоколаду, дитячої їжі та соусів. Ферменти у миючих засобах додаються у дуже малих кількостях і не шкідливі.

Потім в 50-х роках минулого століття закордонні хіміки одержали ефективні миючі засоби на основі фосфатів, які почали широко використовувати для прання,миття посуду, чистки побутових речей. Разом з ними використовували СПАР – синтетичні поверхнево-активні речовини. Відношення до цих засобів побутової хімії було надзвичайно схвальним, на рівні ейфорії. Але приблизно через десять років після їх розповсюдження перші сигнали про небезпеку пролунали від лікарів. Вони доповідали про незвичайне зростання кількості захворювань серцево судинних органів та скелету. Одночасно екологи- дослідники стану водойм стали свідчити про швидку евтрофікацію водойм, перетворення озер та малих річок на болота. Співставлення ситуації в медицині та екології довели, що причиною цих нібито різних явищ є використання фосфатів разом з СПАР у промисловості і особливо у побуті. Особливу небезпеку створювали аніонні СПАР, які використовувались разом з фосфатами. Ці сполуки викликають порушення імунітету, ураження мозку, нирок, легенів. Після багаторазового підтвердження таких висновків спеціалістами багатьох країн екологічна громадськість західних країн та США рішуче виступила проти застосування фосфатних миючих засобів на теренах своїх країн і навіть проти виготовлення таких речовин в цих країнах.

Отже 15-20 років тому майже 40 країн Західної Європи та США заборонили не лише продаж таких засобів на території країн, але навіть виготовлення їх і рекламування. Цьому передували багаточисельні дослідження у різних країнах для вияснення механізму дії фосфатів.

При пранні білизни синтетичні мийні засоби та СПАР в пральній машині поділяються на дві частини. Перша частина адсорбується на поверхні одягу і не змивається навіть за 10 разів у гарячій воді. Друга частина при виполіскуванні переходить у воду і попадає у водойми.

Адсорбовані на одязі разом з СПАР фосфати через пори в шкірі попадають у кров. Вони зменшують в крові вміст гемоглобіну, зв’язують йони кальцію, змінюють склад білку крові. З йонами кальцію фосфат-йони утворюють мікрокристали нерозчинного кальцій фосфату, які утворюють бляшки в середині судин, зменшують їх діаметр– це є причиною гіпертонії, інсультів та інфарктів. Внаслідок осадження мікрокристалів в суглобах виникають захворювання на остеопороз, сколіоз, враження суглобів. Фосфати є причиною дерматитів шкіри та алергії. При пранні та митті посуду фосфати знежирюють шкіру, зв’язують йони кальцію і сприяють надходженню фосфатів та СПАР через шкіру. Це викликає порушення імунітету, можливе ураження мозку, печінки, легенів.

Друга частина фосфатів надходить зі стічними водами у водойми. Фосфати це ефективні мінеральні добрива для будь-яких зелених рослин. Вони починають підживлювати водорості. Особливо швидко розмножуються синьо-зелені. При високих температурах влітку ці водорості здатні подвоювати свою масу за дві години. Біологи називають це явище «біологічний вибух». Поверхня води вкривається плівкою з цих водоростей. Вітер збиває водорості у товсті пласти, в яких під сонцем миттєво починаються процеси розкладу, з утворенням сірководню та отруйних речовин. Вода починає змінювати запах свіжості на огидний сморід гідрогенсульфіду. Над поверхнею води накопичується важчий за повітря гідрогенсульфід, який не пропускає до поверхні кисню повітря. Це шлях до утворення «заморів» риби. Також підраховано, що 1 грам фосфатів сприяє зростанню 10 кілограмів водоростей. Явище, коли поверхня водойми вкривається водоростями, біологи називають «вода цвіте» воно свідчить про старіння водойми, наближення її до стану болота.

Треба зазначити, що подібні ситуації спостерігались у водойм в Західній Європі після масового використання фосфатних мийних засобів і скиду їх у водойми. Після заборони використання фосфатів за останні 15-20 років водойми в тих країнах очистились природнім шляхом. Але заборона використання фосфатів за кордоном викликала негативні наслідки в Україні. Це пояснюється тим, що закону про заборону продажу і виготовлення фосфатів в Україні не приймали, тому всі трансконтинентальні корпорації, які випускали фосфатні мийні засоби і мали надприбутки від їх продажу, зразу швидко перемістили свої підприємства в Україну. Можливо пригадати як 15-20 років тому в Україні в магазинах побутової хімії в десятки разів розширився асортимент миючих засобів з фосфатами. Яскраві упаковки, багата реклама… На жаль українські медики не проводили аналізу впливу фосфатів на здоров’я українців. Ми просто знаємо із статистичних даних, що інфаркти та інсульти за останні десять років майже випередили по кількості смертей онкозахворювання. Ми також бачимо як швидко змінюється стан наших водойм, як починаючи з квітня, зеленіють від водоростей хвилі сивого Дніпра, як гинуть в ньому раки і риба. Статисти підрахували, що за рік у р. Дніпро потрапляють десятки тисяч тон фосфатів. При цьому треба не забувати, що Україна є великою сільськогосподарською країною, що для вирощування врожаїв потрібна велика кількість прісної води. Поряд з цим р. Дніпро є джерелом питної води для багатьох мільйонів українців. Екологи всієї країни та особливо всіх міст вповздовж р. Дніпро вже з 2012 року піднімають питання про заборону виробництва та використання фосфатовмісних миючих заходів. Вони зазначають, що зволікання з забороною на ці сполуки на рівні всієї держави ставить під загрозу роботу каналізаційних споруд біологічної очистки та стан природних водойм, які слугують джерелами питного водопостачання по всій Україні. Вже існує проект Закону про державне регулювання у сфері мийних засобів, який має заборонити ввезення на територію України фосфатних засобів, а також обмежити до 5% вміст фосфатів в місцевій продукції. Закон досі не прийнятий через супротив виробників продукції на основі фосфатів. Зволікати не можна. Нам, українцям, треба обирати між правом цих ділків на зверхприбутки та правом всього народу України мати питну воду, а також мати прісну воду для сільськогосподарського виробництва.

СПОЛУКИ ФОСФОРУ В ПРОДУКТАХ ХАРЧУВАННЯ

Важливість споживання фосфору

Існує багато причин, через які рівень споживання фосфору важливий для здоров’я. Ось деякі з них:

**Здорові кістки**. Всі знають, що для здоров'я кісток потрібен кальцій, але не всі знають про фосфор. Проте ці два мікроелемента повинні знаходитися в балансі. Фосфор зміцнює кісткову тканину.

**Здорові зуби.** Фосфор, як і кальцій та вітамін D, важливий для здорової зубної емалі, здоров'я зубів і ясен.

**Детоксикація організму**. Фосфор необхідний для підтримки нормальної функції нирок – він допомагає виводити з організму токсини та інші шкідливі речовини.

**Метаболізм.** Фосфор необхідний для того, щоб ваше тіло могло нормально засвоювати багато вітамінів і мінералів, включаючи вітаміни групи В, рибофлавін та ніацин. Крім того, фосфор підтримує метаболізм і травні функції, а також нормалізує обмін речовин.

**Рівень кислотності.** Після потрапляння в організм, фосфор регулює кислотно-лужний баланс, що безпосередньо впливає на травлення.

**Енергія.** Фосфор безпосередньо пов'язаний із засвоєнням вітамінів групи В, які відповідають за вироблення енергії. Крім того, фосфор впливає на роботу м'язів, і його нестача може привести до загальної слабкості і поганого самопочуття.

**Робота мозку.** Фосфор необхідний для нормальної роботи мозку. Дефіцит фосфору пов'язують зі зниженням когнітивної діяльності та розвитком таких хвороб як хвороба Альцгеймера і недоумство.

**Ріст і розвиток.** Фосфор життєво важливий для нормального розвитку дитини під час вагітності, дитинства та юнацького віку (до 18 років).

**До чого може привести недолік фосфору в організмі? Наслідки дефіциту цього мікроелемента не найприємніші:**

• Слабкі кістки, схильність до переломів та тріщин.

• Остеопороз.

• Болі в суглобах і м'язах.

• Зубний карієс.

• Зміни апетиту і ваги (в будь-яку сторону).

• Оніміння.

• Дзвін у вухах.

• Підвищений рівень занепокоєння.

• Проблеми з концентрацією уваги.

• Затримки росту і розвитку.

**Норми споживання Фосфору**

Велика частина фосфору надходить в наш організм з продуктами харчування, і в невеликих кількостях – з водою. В організмі 85% Фосфору знаходиться в кістках, невелика кількість в м'язовій тканині і крові. У порівнянні з іншими мікроелементами, Фосфор відносно добре засвоюється організмом.

Нестача фосфору в організмі може виникнути через ряд таких факторів як тривалий прийом препаратів, що знижують кислотність, захворювання нирок і ендокринної системи, низькобілкова дієта, вживання великої кількості газованих напоїв, надмірне надходження в організм кальцію.

**Рекомендований рівень споживання Фосфору залежить від віку і статі:**

• Для немовлят до 6 місяців – 100 мг на день.

• Від 7 до 12 місяців – 275 мг на день.

• Від 1 до 3 років – 460 мг на день.

• Від 4 до 8 років – 500 мг на день.

• Від 9 до 18 років – 1250 мг на день.

• Від 19 до 50 років – 700 мг на день.

• Для вагітних жінок і жінок, які годують груддю, – 700 мг на день.

## ****Продукти з високим вмістом фосфору****

**Насіння:** в 100 грамах насіння кавуна – понад 1200 мг Фосфору. Також багате на фосфор насіння соняшнику, насіння кунжуту, насіння льону та насіння Чіа (іспанська шавлія).

**Горіхи:** в 100 г бразильських горіхів – 725 мг Фосфору. Також Фосфор міститься в мигдалі, кеш'ю, фісташках, кедрових горіхах.

**Риба і морепродукти**: велика кількість Фосфору міститься в таких видах риби як лосось, короп, тунець, біла риба, тріска, скумбрія, сардини. У 100 г лосося – 371 мг Фосфору. Багато Фосфору в устрицях, креветках, мідіях і крабовому м'ясі.

**М'ясо:** в 100 г свинини – 311 мг Фосфору. Трохи менше Фосфору в яловичині (286 мг в 100 г), курятині, індичатині.

[**Користь молока**](https://milkalliance.com.ua/blog/ua/stattya/koryst-moloka-dlia-vsiiei-rodyny-komu-i-skilky-potribno-moloka-shchob-buty-zdorovym)– крім Кальцію та вітаміну D, в молоці міститься велика кількість Фосфору. В 1 склянці молока (250 мл) – більше 200 мг Фосфору.

**Сири**– велика кількість Фосфору міститься в таких видах сирів як пармезан, козячий сир, романо, моцарелла, грюйер, швейцарський сир, Гауда, Едам, Емменталь, проволоне, та ін. Залежно від виду сиру, в 50 г може міститися більше 200 мг Фосфору.

**Сир кисломолочний**– також прекрасне натуральне джерело Фосфору (в чашці сиру – 290 мг Фосфору).

**Соєві продукти**: в 100 г тофу – 287 мг Фосфору.

**Бобові:** в 100 г – 180 мг Фосфору.

**Яйця:** в 1 яйці – понад 60 мг Фосфору.

Фосфати застосовуються у медицині, як антацидні засоби, засоби для лікування гипофосфатемії та проносне, як складову стоматологічних цементів.

ФОСФАТИ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Офіційно дозволено застосовувати фосфати в харчовій промисловості. Вони є агентами, що зв’язують вологу, при переробці м'яса і риби, а також у кондитерській і молочній промисловості. Натрій фосфат розпушує тісто, робить однорідними сири, ковбаси та згущене молоко. В м'ясному і рибному виробництві використовують харчові фосфати з високою розчинністю у воді і сольових розчинах. Всі вони мають лужну реакцію. Їх додавання призводить до збільшення рН, а значить до збільшення здатності білків до зв’язування вологи. Тобто в сосиски, сардельки, варену ковбасу можна більше додати води, тим самим збільшуючи їх вагу. Відомо, що в курячі стегна шприцем вводять розчин фосфатів і це збільшує масу кілограму на 200 грамів. Рибу перед заморожуванням вимочують у розчині фосфатів. Кислі фосфати використовують для більшого набухання і утримання вологи сполучнотканинних білків і поліпшення кольороутворення. Від цього вироби стають пружними, соковитими за рахунок розм'якшених сполучних тканин (плівок, подрібнених сухожиль, розварених хрящів. Завдяки цьому збільшується вихід готової продукції, скорочуються втрати вологи при розморожуванні і термічній обробці, скорочується тривалість засолу, поліпшується текстура і консистенція, колір і смак готових м'ясних та рибопродуктів, сповільнюється окислення жирів. Оброблені харчовими фосфатами м'ясні, рибні та морепродукти більш швидко перетравлюються. Калій фосфат використовують у якості консерванту як антиоксидант та бактерицидну речовину, що пригнічує процеси обміну речовин бактерій.

Максимально дозволені кількості фосфатів додані на 1 кг м'ясної сировини в перерахунку на Р2О5, не повинні перевищувати 5 г. Максимально дозволені кількості тих же фосфатів у рибні продукти залежать від їх виду, і зазвичай складають від 1 до 5 г на кг в перерахунку на Р2О5. Сполуки Фосфору все ширше рекламують для використання в харчуванні людей. Треба зазначити, що фосфатні добавки в харчові сполуки застосовують і за кордоном. По багатьом з них українські харчовики мають однакові концентрації. Але є відхилення від цього. Наприклад, пірофосфати в Україні додають в плавлені сири,кондитерські вироби, морозиво, концентровані супи. В Євросоюзі пірофосфати заборонені в якості добавок. Доведено, що вони є алергенами, сприяють відкладенню холестерину в судинах –збільшенню захворювань на гіпертонію та інсульти.

Вчені стверджують, що добова потреба дорослої людини 1200 мг Фосфору. При великих фізичних загрузках (спортсменів, годуючих жінок) потреба збільшується до 1500 мг. При надмірному надходженню фосфатів в організм меню слід збагатити Магнієм – це також сприяє роботі серця. Магнію багато в гіркому шоколаді, висівках, вівсяній та гречаній крупі, горіхах, квасолі, родзинках, фініках, чорносливі. Також, щоб зменшити або нейтралізувати дію фосфатів меню треба збагатити кальцієм – найкраще через кисломолочні продукти.

Тема використання фосфатних добавок до харчових продуктів на сьогодні не впорядкована. Тому багато виробників зловживають цим. Тому треба ураховувати, що надлишок фосфору провокує не менше проблем, ніж їх знижений вміст. Постарайтесь виключити з свого раціону кока колу і схожі газовані солодкі напої. В них фосфати використовують як підкислювачі. Також не вживайте консервованих фруктів та овочем – них фосфати додають як ущільнювачі. Зменшіть вживання ковбасних виробів. Багато фосфатів у чипсах. Особливо уважно треба підходити до харчування дітей молодшого віку та підлітків. Для зростаючого організму підвищення кількості фосфору за рахунок надходження з м’ясних, рибних та рослинних продуктів необхідне, але вживання продуктів з фосфатними добавками дуже шкідливе. Це може спровокувати збудження нервової системи. Небезпека в тому,що штучно внесені фосфати 100 % поглинаються організмом. Автоматичний бар-єр, який регулює поглинання натуральних фосфатів тут не працює. У цьому і полягає небезпека вживання продуктів з штучно внесеними фосфатами.