

Загурська Я.Б., студентка четвертого курсу
екологічного факультету
Дорохов В.І., к.х.н., науковий керівник

РОЛЬ ФОСФОРУ У ЖИТТІ РОСЛИН

Фосфор – неметал. Середній вміст у земній корі – 0,085% (в основному у вигляді фосфоритів – $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ та апатитів – $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$). Вміст у живій речовині – 0,07%. Біофільність низька – 0,75 одиниць, але коефіцієнт біологічного поглинання (КБП) Фосфору більше 100 одиниць Біосфери за час існування накопичила $2,1 \cdot 10^{11}$ тон Фосфору.

Головним джерелом Фосфору для біосфери є літосфера, а акумулюється він у гідросфері, тому в природних умовах відбувається дефосфотизація суші – нестача Фосфору у ґрунті. Річне надходження фосфатів в океани оцінюється в $(3-4) \cdot 10^6$ тон. У водоймах Фосфор засвоюється фітопланктоном і по харчовому ланцюгу, який включає риб і птахів повертається в кругообіг у вигляді гуано (фекалій) птахів. Друга, більша частина фосфатів осідає в морських водоймах у вигляді кулеподібних утворень, за складом близьких до апатитів і випадає з кругообігу (рис.1):

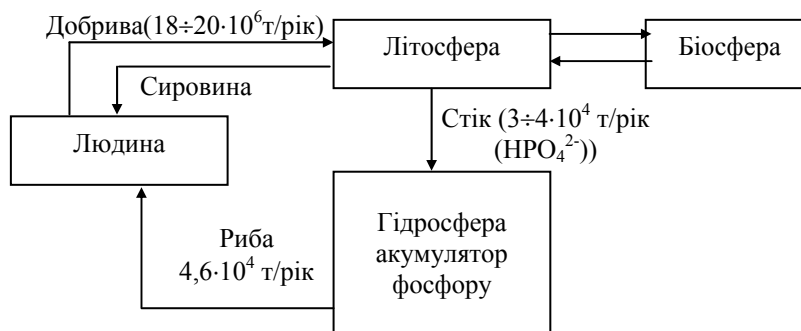


Рис.1 Блок-схема кругообігу Фосфору

У ґрунтах Фосфор міститься як в мінеральній, так і в органічній формах. Фосфор, що входить до складу органічних

сполук (складних білків, фосфатидів, фітину тощо), для рослин недоступний. Він може засвоюватись лише після мінералізації, руйнування органічних речовин за участю мікроорганізмів до простих розчинних солей ортофосфатної кислоти.

Мінеральні сполуки Фосфору в ґрунтах містяться переважно у вигляді важкорозчинних солей — фосфатів Кальцію, Алюмінію, Феруму, Магнію. При цьому в дерново-підзолистих ґрунтах більше фосфатів Алюмінію і Феруму, а в чорноземах, і особливо в карбонатних ґрунтах, більше фосфатів Кальцію і Магнію.

Кількість Фосфору (P_2O_5 в різних ґрунтах змінюється від 0,03 до 0,2 %, а його загальний запас в орному горизонті — від 1000 до 6000 кг/га. Так, у середньо-підзолистому ґрунті на 1 га припадає близько 2,3 т загального Фосфору, 0,7 т — органічного, 1,7 — мінерального, в потужному чорноземі міститься відповідно 4,4, 1,6, 2,8 т на 1 га; в сіроземі — 4,2, 0,6, 3,6 т на 1 га.

Основні джерела Фосфору для рослин — кальцієві, калієві, магнієві, амонієві солі орто-фосфатної кислоти (H_3PO_4).

Ортофосфатна кислота — трьохосновна, дисоціюючи, вона може розпадатись на три аніони: $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-} , PO_4^{3-} . В умовах слабкокислої реакції переважає перший аніон, у нейтральному середовищі — другий.

Доступність для рослин солей ортофосфатної кислоти залежить від їх розчинності. Найбільш розчинні у воді солі ортофосфатної кислоти з одновалентними катіонами Калію, Натрію, амонію. Вони добре засвоюються рослинами. Розчинні також і легко засвоюються дигідрогенфосфати кальцію $Ca(H_2PO_4)_2$ (входить до складу суперфосфатів) і магнію $Mg(H_2PO_4)_2$.

Гідрогенфосфати кальцію і магнію — $CaHPO_4$ і $MgHPO_4$ — слабкорозчинні у воді, але добре розчиняються в слабких кислотах, у тому числі q органічних. Завдяки кислотності ґрунту і корневим виділенням рослин вони теж є важливим джерелом Фосфору для рослин.

Діяльність людини веде до збільшення вмісту Фосфору в навколишньому середовищі, відбувається “фосфатизація суші” (В.А. Ковда). Щорічно у світі отримують $(18-20) \cdot 10^6$ т фосфатних добрив (табл. 1).

Таблиця 1

Деякі властивості фосфатних добрив.

Добрива	Джерела й реакції промислового отримання	Вміст P ₂ O ₅ , %	Розчинність, домішки
1. Фосфоритна й апатитна мука Ca ₃ (PO ₄) ₂	Подрібнення фосфоритів і апатитів	16–35	Погано розчинний, Флуор
2. Простий суперфосфат Ca(H ₂ PO ₄) + 2CaSO ₄ · 2H ₂ O	Ca ₃ (PO ₄) + 2H ₂ SO ₄ + 4H ₂ O → Ca(H ₂ PO ₄) ₂ + 2CaSO ₄ · 2H ₂ O	14–20	Розчинний, Флуор, гіпс
3. Подвійний суперфосфат Ca(H ₂ PO ₄) ₂	Ca ₃ (PO ₄) + 4H ₃ PO ₄ → →3Ca(H ₂ PO ₄) ₂	До 35	Розчинний
4. Безфторний фосфат, термофосфат Ca ₃ (PO ₄) ₂	Видалення HF з апатиту, фосфориту паром: CaF ₂ + 2H ₂ O → Ca(OH) ₂ + 2HF	20–32	Погано розчинний, Ca(OH) ₂
5. Преципітат CaHPO ₄ · 2H ₂ O	H ₃ PO ₄ + Ca(OH) ₂ → →CaHPO ₄ · 2H ₂ O	30–36	Розчинний
6. Амофос NH ₄ H ₂ PO ₄	H ₃ PO ₄ + NH ₃ → NH ₄ H ₂ PO ₄	35–50 9–12 (N)	Розчинний
7. Нітрофосфат CaHPO ₄ · Ca(NO ₃) ₂	Обробка HNO ₃ фосфатної сировини	14–27 21–24 (N)	Розчинний, CaSO ₄
8. Нітрофоска (NH ₄) ₂ HPO ₄ · KNO ₃	Змішування HNO ₃ , KCl, фосфатної сировини	10(P ₂ O ₅) 11 (K ₂ O) 11 (N)	Розчинний, CaSO ₄

Протягом року у світі переробляють біля 100 млн. т фосфатів, а загальні їх запаси складають 50 млрд. т.

За розчинністю фосфатні добрива, які випускає промисловість і поставляє сільському господарству, поділяють на три групи:

1) водорозчинні – простий, подвійний, амонізований, збагачений суперфосфати;

2) нерозчинні у воді, але розчинні в слабкій лимонній кислоті або лужному цитратному розчині (аміачний розчин лимоннокислого амонію) – преципітат, знефлуорений фосфат,

плавлений фосфат, томасшлак, мартенівський фосфатшлак;

3) добрива, нерозчинні у воді та слабких кислотах – фосфоритне та кісткове борошно.

Коефіцієнти засвоєння фосфорних добрив рослинами невеликі. В перший рік після внесення засвоюється лише 25–30% фосфорних добрив. Для повного засвоєння фосфорних добрив потрібно багато років. Тому дуже важливою проблемою є управління вмістом Фосфору в ґрунтах.

Фосфор входить до складу АМФ, АДФ, АТФ, нуклеотидів, нуклеїнових кислот, фосфорильованих сахаридів, деяких ферментів. Багато організмів містять Фосфор в мінеральній формі (розчинні фосфати клітинного соку, фосфати тканини кістки та ін.).

Потреба рослин у Фосфорі в різні періоди їх життя неоднакова. В початковий період після появи сходів Фосфор для рослин украй необхідний. Це пояснюється тим, що в ранньому віці розвивається коренева система рослин і створюються запаси цього елемента, які потім перерозподіляються між іншими органами.

Різні культури використовують Фосфор неоднаково протягом вегетації. Так, найбільшу кількість Фосфору зернові використовують у фазі виходу в трубку і колосіння, льон – у період цвітіння, коренеплоди, капуста, картопля засвоюють його більш-менш рівномірно протягом усього вегетаційного періоду.

У всіх культур у фазі утворення репродуктивних органів, і особливо під час дозрівання, відмічається енергійне пересування до них фосфатів із вегетативних частин.

Ознаки фосфорного голодування рослин мають свої характерні особливості – листки стають синювато-зеленими, нерідко з пурпуровим або бронзовим відтінком (свідчення затримки синтезу білка і накопичення цукрів). Утворюється, зокрема, антоціан, який надає листкам червоного забарвлення.

У зернових злаків за нестачі Фосфору верхівки нижніх листків забарвлюються в фіолетово-червоний колір, кушіння слабе. Найчіткіше ці ознаки виявляються під час викидання волоті або колоса.

У картоплі в разі фосфорного голодування листки стають темно-зеленими, вони відходять від стебла під гострим кутом,

ріст картоплиння послаблюється. На кінчиках листків утворюється темно-коричнева смуга.

Листки цукрового буряка за нестачі Фосфору стають дрібними і набувають тьмяно-блакитного відтінку. При відмиранні краї листків стають темно-коричневими або чорними.

Таким чином, з метою забезпечення оптимального розвитку рослин важливим екологічним аспектом застосування фосфатних добрив є управління вмістом Фосфору в ґрунтах

ЛІТЕРАТУРА

1. Дорохов В.І., Шелест З.М., Скиба Г.В., Барабаш О.М. Біогеохімія. – Житомир: ЖДТУ, 2004. – 272с.
2. Гладюк М.М. Основи агрохімії. Хімія в сільському господарстві. – К.: Ірпінь: Перун, 2003.– 288 с.