

The study revealed that the application of Agrostymulin at the flowering stage reduced the water deficit of white lupine by 8.2% and yellow lupine by 7.2%. At the flowering stage, water deficit values increased as compared to the tillering stage, however, for white lupine only (by 1.1%-2.8%), for yellow lupine no significant difference shown.

The free water content was higher in white lupine leaves, while the bound water content was lower as compared to yellow lupine values. Mass fraction of free water in the leaves of lupine white was higher after the application of Agrostymulin, and the yellow lupine - after the use of Emistym S.

Key words: Lupinus luteus, Lupinus albus, biostimulants, transpiration rate, water holding capacity, water deficit, free and bound water

Рекомендує до друку
В. В. Грубінкя

Надійшла 08.02.2017

УДК 504.4.054 : 661.718.1(477.84)

О. І. ПРОКОПЧУК

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка
вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027

СЕЗОННІ ЗМІНИ ВМІСТУ СПОЛУК ФОСФОРУ В АБІОТИЧНИХ СКЛАДОВИХ РІЧОК ТЕРНОПІЛЬЩИНИ З РІЗНИМ ХАРАКТЕРОМ АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ

У зв'язку із залежністю якості води у водоймах від складу донних відкладів та прибережних ґрунтів проводиться аналіз фактичного вмісту сполук фосфору в усіх абіотичних компонентах річок. Метою роботи було визначення вмісту у воді фосфатів, рухомої форми та валового вмісту фосфору у мулі та прибережному ґрунті, а також їх співвідношення у системі ґрунт : вода : мул в екосистемах чотирьох річок Тернопільської області (Збруч, Золота Липа, Серет, Стрипа) з різним ступенем антропогенного навантаження. Досліджено, що рівень фосфатів у воді водойм визначається їх міграцією в системі ґрунт : вода : мул, який має сезонну залежність. Навесні фосфати, насамперед за рахунок розвитку фітопланктону та вищої водної рослинності, надходять у воду із мулу та зі змивними водами узбережжя із ґрунтів, в яких вони утворюються унаслідок гниття органічних речовин прибережних територій. Восени фосфати, які надходять з ґрунтів та рослин (фітопланктон та вищі водні рослини) осідають і накопичуються у мулі, тим самим забезпечуючи очищення води. Зазначені процеси наявні в усіх досліджених річках, однак найбільш вираженими вони є в агро- та урбо- навантажених екосистемах.

Ключові слова: фосфати, вода, мул, прибережний ґрунт

Вступ. Якість води у річках є інтегральною характеристикою екологічного стану всього водозбірного басейну, що впливає як на абіотичні, так і біотичні складові гідроекосистеми. Склад поверхневих вод визначається геоморфологічними, кліматичними факторами, ґрунтово-геологічними умовами, агротехнічними і гідротехнічними заходами [7], а також рівнем антропогенного навантаження [8]. Вода, мул, прибережні ґрунти, водорості – найважливіші складові водного середовища, які становлять єдину систему малого колообігу в екосистемі водоймища, які, з одного боку, акумулюють речовини, що надходять у воду, а з іншого – є джерелом хронічної токсичності у водоймі, віддаючи з часом акумульовані токсиканти [4, 8, 12, 13]. Донні відклади, як середовище накопичення токсичних речовин і джерело вторинного забруднення води, відіграють особливу роль у формуванні якості води, а ґрунт безпосередньо впливає на забруднення трофічного ланцюга екосистем [4]. Між прибережними ґрунтами та

товщею води здійснюється постійний обмін біогенними елементами, зокрема фосфором, що забезпечує функціонування водних екосистем у нерозривній єдності усіх їх компонентів.

У зв'язку із залежністю якості води від складу донних відкладів та прибережних ґрунтів варто проводити порівняльний аналіз фактичного вмісту сполук фосфору одночасно в усіх абіотичних компонентах водойм [1]. З огляду на зазначене, метою дослідження є визначення особливостей розподілу сполук фосфору у воді, донних відкладах і прибережному ґрунті.

Матеріал і методи досліджень

Об'єктом дослідження слугували вода, мул, прибережний ґрунт малих річок Тернопільської області, а предметом – фосфати у воді, рухомі форми фосфору у мулі та прибережному ґрунті, а також їх валовий вміст. Для проведення дослідження на території Тернопільської області виділено чотири типи територій, що відрізняються за рівнем антропогенного навантаження: природно-заповідна – ПЗТ (49°13'46" пн. ш., 26°11'55" сх. д.) з протікаючою річкою Збруч, аграрна – АТ (49°01'55" пн. ш., 25°22'56" сх. д.) – річка Стрипа, урбанізована – УТ (49°29'15" пн. ш., 25°34'51" сх. д.) – річка Серет та техногенно-трансформована – ТТ (49°24'35" пн. ш., 24°57'09" сх. д.) – річка Золота Липа. Виокремлення вищеназаних територій здійснено згідно еколого-географічного районування Тернопільської області, розробленого на основі впливу господарської діяльності людини на навколишнє середовище [9].

Для визначення вмісту у воді фосфору фосфатів використовували фотометричний метод з молібдатом амонію (NH₄)₂MoO₄ [5]. Визначення рухомої форми фосфатів у донних відкладах та прибережних ґрунтах здійснювали згідно методики визначення масової частки фосфору, розчиненого у 2%-му розчині цитратної кислоти в трикальційфосфаті [6]. Визначення валового вмісту фосфатів у донних відкладах та прибережних ґрунтах здійснювали згідно методики визначення валового фосфору у феросиліці при масовій його частці від 0,01% до 0,25% [3].

Результати досліджень та їх обговорення

Вода. Найнижчі значення фосфатів у водоймах досліджуваних територій зафіксовано у червні та вересні – 0,004 г/дм³ (ПЗТ і ТТ), а найвищі – у серпні – 0,046 мг/дм³ на УТ (рис. 1). Показники фосфатів у гідроекосистемах Тернопільської області упродовж періоду дослідження не перевищували ГДК (ГДК_{риб-госп.} = 0,2 мг P/дм³), що дозволяє віднести дані річки до водойм оліготрофного типу із концентрацією фосфатів до 0,05 мг/дм³.

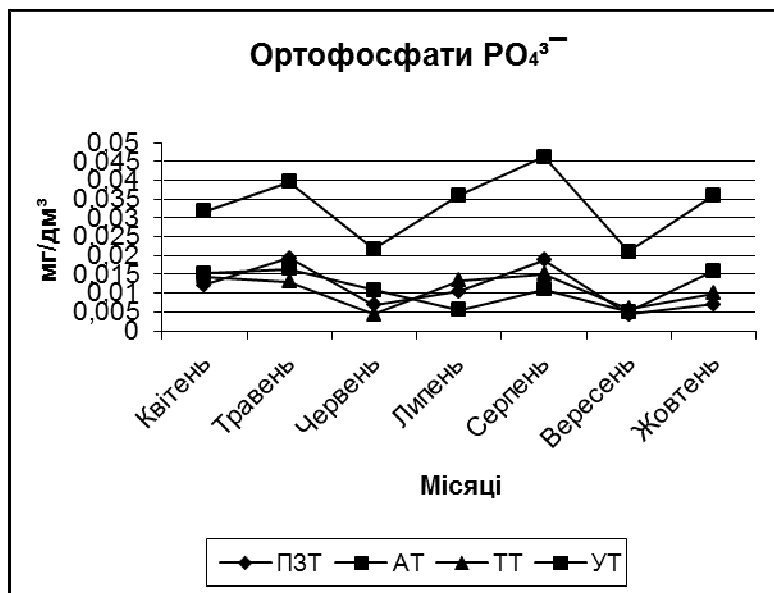


Рис. 1. Динаміка вмісту фосфатів у воді річок на територіях з різним характером антропогенного навантаження з квітня до жовтня 2014 р. (M±m; n=5)

Травневий пік фосфатів для досліджуваних територій обумовлений їхнім вивільненням із донних відкладів, накопичених упродовж року у водоймі, а також відносно невисоким рівнем

розвитку споживаючих його водних організмів. Літній мінімум на АТ і ТТ пов'язаний з високим рівнем продуктивності гідробіонтів із поглинанням фосфору для своєї життєдіяльності, а також з активною седиментацією зваженого фосфору при низькому рівні води і малій швидкості річкового стоку. Максимальний вміст фосфору у серпні у річках на ПЗТ, ТТ і УТ пов'язуємо з регенерацією фосфатів при відмиранні значної кількості фітопланктону через низький вміст кисню і значну евтрофікацію водойми, яка відбувається швидше, ніж на АТ. Мінімальні показники фосфатів у вересні на ПЗТ, АТ і УТ пояснюємо рясними опадами та значним поверхневим стоком унаслідок цього. Окрім того, велика кількість рухомої форми фосфору переходить у валову (нерухому) та осідає на дно водойм. Осіннє підвищення вмісту фосфатів у жовтні на всіх територіях пов'язано з вивільненням фосфору із компонентів фітопланктону та вищих водних рослин, що розклалися.

Прибережний ґрунт.

Рухомі форми сполук фосфору. Найнижчі значення вмісту рухомої форми фосфору у ґрунті у водоймах досліджуваних територій зафіксовано у квітні на ТТ – 0,152 г/дм³, а найвищі у серпні – 2,221 г/дм³ у річці на УТ (рис. 2).

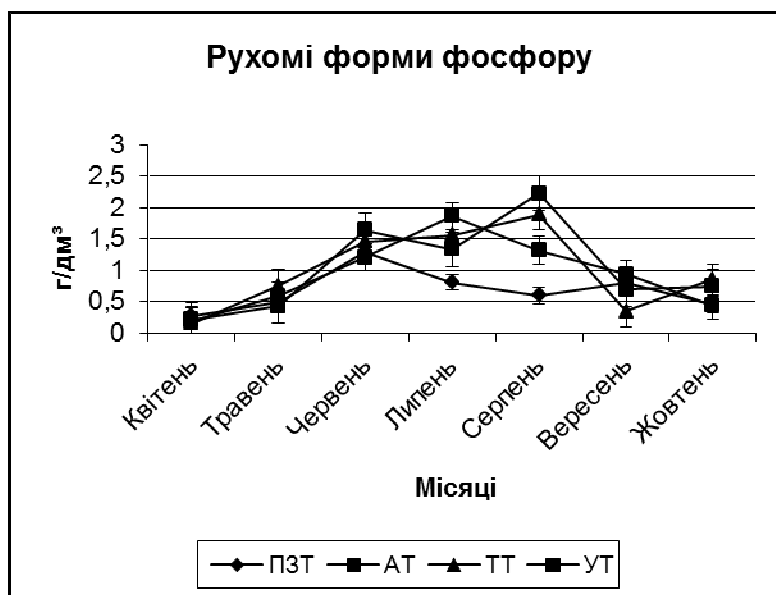


Рис. 2. Динаміка вмісту рухомої форми фосфору у ґрунтах узбережжя досліджуваних річок на територіях з різним характером антропогенного навантаження з квітня до жовтня 2014 р. (M±m; n=5)

У прибережних ґрунтах досліджуваних територій спостерігається загальна тенденція до зростання вмісту рухомих фосфатів з ранньої весни до середини липня та зворотній механізм поступового зниження до початку зими. Це пов'язано з сезонністю вегетації рослин й активністю ґрунтових організмів та закисленням при цьому ґрунту за рахунок виділення біотою екзометаболітів, які мають кислу реакцію. Ця закономірність з окремими варіаціями прослідковується у ґрунтах усіх територій, особливо антропогенно-навантажених (ТТ, УТ), коли на динаміку рухомих фосфатів в окремі місяці накладаються такі фактори як агро- та техногенне забруднення, змивні води, засмічення тощо.

Валовий фосфор. Щодо валового вмісту фосфору у ґрунті, то найнижчі значення зафіксовані у жовтні на АТ – 1,328 г/дм³, а найвищі у серпні – 3,177 г/дм³ на ТТ (рис. 3).

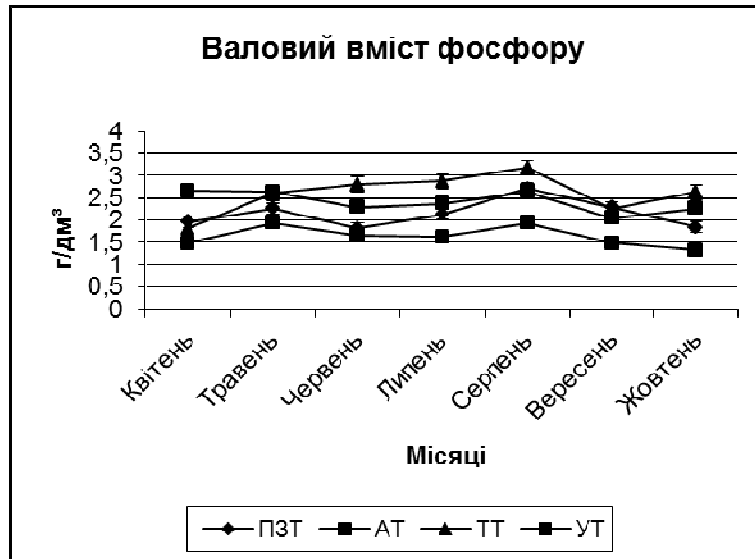


Рис. 3. Динаміка вмісту валового фосфору у ґрунтах узбережжя річок на досліджуваних територіях з різним характером антропогенного навантаження з квітня до жовтня 2014 р. ($M \pm m$; $n=5$)

Динаміка вмісту валового фосфору характеризується незначним зростанням з квітня по серпень та поступовим зниженням до жовтня.

Отже, встановлено пряму залежність рухомої форми фосфору у ґрунті з фосфатами у воді, зокрема їх зростанням з квітня по серпень та зниженням до жовтня. Валовий вміст фосфору у ґрунті показує загальний вміст фосфорних сполук, наявних на досліджуваних територіях, що можуть змінюватись упродовж тривалого часу унаслідок змін в інших компонентах гідроекосистеми. У загальному динаміка вмісту рухомих форм фосфору та його валового вмісту співпадають.

Мул.

Рухомі форми сполук фосфору. Найнижчі значення вмісту рухомих форм фосфору у мулі досліджуваних територій зафіксовано у травні – 0,214 г/дм³ (УТ), а найвищі у серпні – 1,533 г/дм³ на УТ (рис. 4).

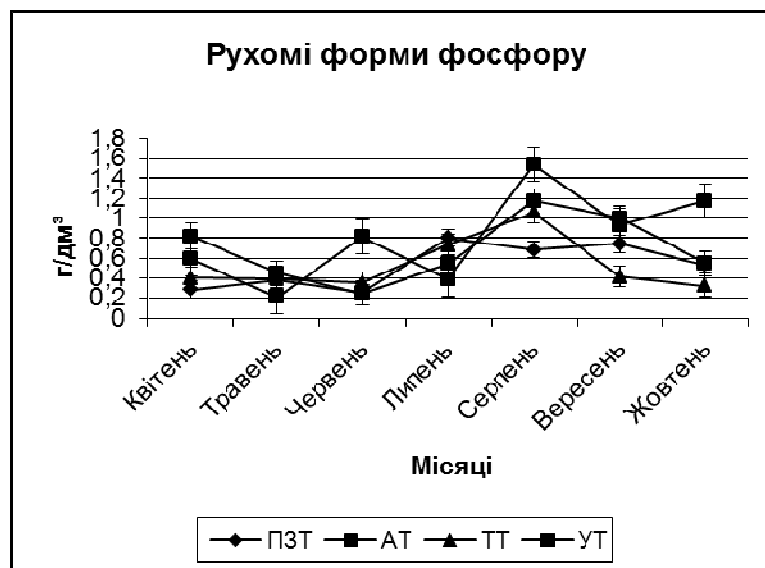


Рис. 4. Динаміка вмісту рухомої форми фосфору у мулі річок досліджуваних територій з різним характером антропогенного навантаження з квітня до жовтня 2014 р. ($M \pm m$; $n=5$)

Динаміка вмісту рухомих фосфатів у воді відбивається на їх накопиченні у мулі. Спостерігаємо зменшення їх вмісту у травні та червні, крім мулу з річки на УТ, що пов'язуємо з переходом фосфат-іонів у воду та залученням їх у біогеохімічний колообіг за рахунок активної вегетації водоростей та рослин [14]. Останній порушується антропогенними факторами у річці з УТ, де суттєвий вплив на фізико-хімічні показники води спричиняють забруднення, що надходять у річку з поверхневим стоком. Жовтневий мінімум розчинних фосфатів у мулі співвідноситься з загальною закономірністю седиментації і утворенням малорозчинних сполук більшості неорганічних сполук.

Валовий вміст фосфору. Для валового вмісту фосфору у мулі найнижчі значення зафіксовані у квітні на ТТ - 1,297 г/дм³, а найвищі - у жовтні (5,725 г/дм³) у річці на УТ (рис. 5).

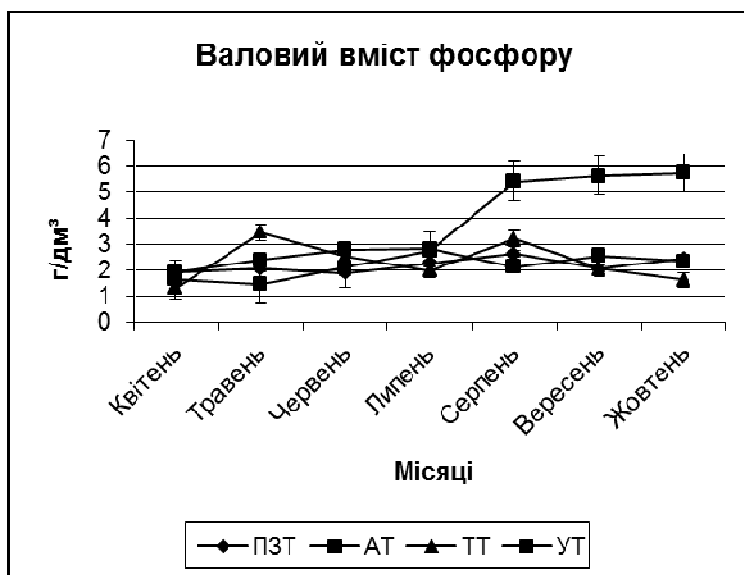


Рис. 5. Динаміка валового вмісту фосфору у мулі річок досліджуваних територій з різним характером антропогенного навантаження з квітня до жовтня 2014 р. (M±m; n=5)

Динаміка вмісту валового фосфору характеризується незначним підвищенням у травні та поступовим зростанням з серпня по жовтень.

Отже, встановлено залежність вмісту рухомих форм фосфору у мулі від рівня фосфатів у воді, зокрема їх накопичення у серпні, що пояснюємо вивільненням сполук фосфору з органічних речовин та перехід у воду з поступовим осіданням у мулі. Виявлена залежність вмісту рухомих форм фосфору з валовим вмістом, зокрема збільшення вмісту рухомих форм з серпня по жовтень зумовлює збільшення його валового вмісту.

Співвідношення вмісту розчинних фосфатів у системі ґрунт : вода : мул. Щодо співвідношення вмісту розчинних фосфатів у системі ґрунт : вода : мул, то навесні більшість валового фосфору знаходиться у ґрунті, а влітку і до осені зростає його частка у мулі (табл. 1).

Таблиця 1

Співвідношення вмісту сполук фосфору у ґрунті, воді та мулі (валовий вміст)

Місяці	Річки досліджуваних територій			
	ПЗТ	АТ	ТТ	УТ
Квітень	1:0,006:0,961	1:0,010:1,277	1:0,008:0,715	1:0,012:0,612
Травень	1:0,008:0,894	1:0,008:1,224	1:0,005:1,318	1:0,015:0,543
Червень	1:0,004:1,030	1:0,006:1,678	1:0,002:0,894	1:0,009:0,908
Липень	1:0,005:1,050	1:0,003:1,721	1:0,004:0,684	1:0,015:1,145
Серпень	1:0,007:0,963	1:0,005:1,081	1:0,005:1,004	1:0,017:2,043
Вересень	1:0,002:0,894	1:0,003:1,702	1:0,003:0,903	1:0,010:2,743
Жовтень	1:0,004:1,308	1:0,012:1,750	1:0,004:0,609	1:0,016:3,103

При цьому, вміст фосфору у воді залишається постійним, що дає право стверджувати про високу буферну ємність прибережних ґрунтів і бентосного мулу щодо фосфатів та їх провідну роль у підтриманні стаціонарного рівня фосфатів у воді річок. Краще ця закономірність виражена в екосистемах річок з ПЗТ, ТТ та УТ. Натомість, у екосистемі річки, що протікає на АТ, спостерігаємо переважання вмісту фосфатів у мулі над його рівнем у ґрунті та воді. При цьому, вміст фосфору у воді річки з АТ більший у 2-6 разів, ніж у воді з ПЗТ та ТТ, що може бути пов'язано зі зливом з агроугідь значних кількостей органічних речовин, які акумулюють фосфати, і поступово седиментують їх у мулі. Також вміст фосфатів у воді річки з УТ в середньому у 1,5 рази вищий, ніж у воді ПЗТ та у 3-4 рази вищий, ніж у воді річки ТТ, що, як вже зазначалося, пов'язано з їх надходженням з поверхневими зливними водами.

Щодо рухомого фосфору, то динаміка його співвідношення у системі ґрунт : вода : мул визначається сезонними чинниками зі зменшення частки цієї форми фосфору влітку у мулі (відповідно, її зростання восени та ранньої весни) і витримуванням в межах екологічної норми частки рухомого фосфору у воді (табл. 2).

Таблиця 2

Співвідношення вмісту сполук фосфору у ґрунті, воді та мулі (рухома форма)

Місяці	Річки досліджуваних територій			
	ПЗТ	АТ	ТТ	УТ
Квітень	1:0,046:1,071	1:0,080:4,293	1:0,094:2,638	1:0,151:0,488
Травень	1:0,039:0,766	1:0,023:0,758	1:0,017:0,521	1:0,094:0,511
Червень	1:0,005:0,199	1:0,009:0,206	1:0,003:0,243	1:0,013:0,494
Липень	1:0,013:1,000	1:0,003:0,292	1:0,008:0,470	1:0,027:0,293
Серпень	1:0,032:1,153	1:0,008:0,891	1:0,008:0,560	1:0,021:0,690
Вересень	1:0,005:0,927	1:0,005:1,077	1:0,017:1,201	1:0,030:1,348
Жовтень	1:0,013:0,977	1:0,037:1,262	1:0,012:0,375	1:0,049:1,588

Виявлена закономірність найменше проглядається в екосистемі річки з ПЗТ, а найбільші відхилення показників виявлено за дії антропогенних чинників (річки на АТ, ТТ). Вода річки з УТ характеризується постійно високим вмістом розчинного фосфору, що переважає аналогічний показник води річок інших досліджених територій у 2-4 рази. З одного боку, це може бути наслідком постійного надходження рухомих фосфатів зі зливними водами, а з іншого – кислотою реакцією цих вод, що сприяє розчинності фосфатів у воді.

Для виявлення залежності рухомих форм сполук фосфору з їх валовим вмістом проаналізовано їх співвідношення (табл. 3).

Таблиця 3

Частка рухомої форми фосфору від його валового вмісту, %

Місяці	Річки досліджуваних територій			
	ПЗТ	АТ	ТТ	УТ
Ґрунт				
Квітень	13,6	12,8	8,3	7,8
Травень	21,8	30,4	28,9	15,9
Червень	70,7	72,8	52,0	71,6
Липень	37,5	54,0	54,0	55,9
Серпень	21,9	67,6	59,4	83,9
Вересень	34,9	62,5	15,2	33,5
Жовтень	24,4	32,7	32,4	32,6
Мул				
Квітень	15,1	43,1	30,9	36,4
Травень	18,7	18,8	11,4	14,9
Червень	13,7	8,9	14,1	38,9
Липень	35,7	19,4	37,2	14,3
Серпень	26,2	55,7	33,2	28,3
Вересень	36,3	39,5	20,2	16,5
Жовтень	21,9	23,6	19,9	20,5

Встановлено, що в ґрунті, на відміну від мулу, більш виражена залежність рухомих форм фосфору від його валового вмісту, що свідчить про більшу мобільність фосфорних сполук. Ця закономірність пояснює подібну динаміку як для рухомих форм фосфорних сполук, так і його валового вмісту. Найбільша частка рухомої форми фосфору від його валового вмісту у ґрунті прослідковується у літні місяці, особливо на УТ (83,9% рухомої форми фосфору від валової). Щодо частки рухомої форми фосфору від його валового вмісту у мулі, то ту немає чітко виявленої залежності: найвищі значення зафіксовано у квітні (АТ, ТТ, УТ) та серпні (АТ, ТТ).

Висновки

Розподіл фосфатів у складових гідроекосистем визначається швидкістю міграції в системі ґрунт : вода : мул, що має сезонну залежність. Навесні фосфати, насамперед за рахунок розвитку фітопланктону та вищої водної рослинності, надходять у воду із мулу та зі змивними водами узбережжя із ґрунтів, в яких вони утворюються унаслідок гниття органічних речовин прибережних територій. Восени фосфати, які надходять з ґрунтів та рослин (фітопланктон та вищі водні рослини) осідають і накопичуються у мулі, тим самим забезпечуючи очищення води.

Вміст валового фосфору у ґрунті та мулі значно відрізняється в різних місяцях дослідження, а рухомого – співпадає. Встановлено, що в ґрунті, на відміну від мулу, більш виражена залежність рухомих форм фосфору від його валового вмісту. Останнє свідчить про значну мобільність рухомих сполук фосфору у системі ґрунт : вода : мул.

1. Андрусишин Т. Сезонна динаміка вмісту важких металів у воді та донних відкладах річки Збруч / Андрусишин Т., Грубінко В. // Вісник Львівського університету. Серія біологічна. — 2012. — Вип. 58. — С. 165—174.
2. Городній М. М. Агрохімічний аналіз [Текст] : навчальний посібник / М.М. Городній, М.В. Козлов, М.І. Бідзіля. — К. : Вища шк., 1972. — 267 с.
3. Межгосударственный стандарт. Ферросилиций. Метод определения фосфора (ГОСТ 13230.4-93) [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://vsehost.com/Catalog/65/6587.shtml>
4. Гуменюк Г. Б. Розподіл важких металів у гідроекосистемі прісної водойми (на прикладі Тернопільського ставу): дис. ... кандидата біол. наук: 03.00.16 / Гуменюк Галина Богданівна. — Тернопіль., 2003. — 131 с.
5. Методика виконання вимірювань «Поверхневі та очищені стічні води. Методика виконання вимірювань масової концентрації розчинених ортофосфатів фотометричним методом» // МВВ081/12-0005-01 від 16.11.2001р. — 17 с.
6. Методика определения массовой доли фосфора, растворимого в 2%-ом растворе лимонной кислоты, в трикальцийфосфате [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://agrofp.narod.ru/metod_mass_dol_phos.htm
7. Прокопчук О. І. Взаємозв'язок між вмістом сполук фосфору у прибережному ґрунті та воді річки на аграрній території // Матеріали II Міжнародної конференції «Відновлення біотичного потенціалу агрооекосистем» (9 жовтня 2015 р.) — Дніпроперовськ, 2015. — С. 84—87.
8. Прокопчук О. І. Фосфати у водних екосистемах / Прокопчук О.І., Грубінко В.В. // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. В. Гнатюка. Серія: Біологія. — 2013. — Вип. 3(56). — С. 78—85.
9. Янковська Л. Еколого-географічне районування Тернопільської області / Янковська Л. // Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Серія Географія. — 2003. — № 2. — С. 31—36.
10. Abdu, N., 2006. Soil-phosphorus extraction methodologies: A review. African Journal of Agricultural Research 1 (5), 159—161.
11. Diaz, I., Torrent J., 2016. Changes in Olsen P in Relation to P Balance in Contrasting Agricultural Soils. Pedosphere 26, (5), 636—642.
12. Fuentes, B., Bolan, N., Naidu, R., Mora, M., 2006. Phosphorus in organic waste-soil systems. Journal of Soil Science and Plant Nutrition 6 (2), 64—83.
13. Laakso, J., Uusitalo, R., Yli-Halla M., 2016. Phosphorus speciation in agricultural catchment soils and in fresh and dried sediments of five constructed wetlands. Geoderma 271 (1), 18—26.
14. Ruttens, K., 2003. The Global Phosphorus Cycle. Treatise on Geochemistry 8, 585—633.
15. Thom, W., Dollarhide, J., 2002. Phosphorus Soil Test Change Following the Addition of Phosphorus Fertilizer to 16 Kentucky Soils. Agronomy notes 34(2), 1—4.

16. Yang, X., Post, W., Thornton P., Jain, A., 2013. The distribution of soil phosphorus for global biogeochemical modeling. *Biogeosciences*, 10, 2525—2537.

Е. И. Прокопчук

Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка

СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ СОЕДИНЕНИЙ ФОСФОРА
В АБИОТИЧЕСКИХ СОСТАВЛЯЮЩИХ РЕК ТЕРНОПОЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ
С РАЗНЫМ ТИПОМ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

В связи с зависимостью качества воды водоемов от состава донных отложений и прибрежных почв следует проводить сравнительный анализ фактического содержания соединений фосфора во всех абиотических компонентах рек. Целью работы было определение концентрации в воде фосфатов, подвижной и валовой форм фосфора в иле и прибрежной почве, а также их соотношение в системе почва: вода: ил в экосистемах четырех рек Тернопольской области с разным уровнем антропогенной нагрузки (Збруч, Золотая Липа, Серет, Стрипа). Доказано, что уровень фосфатов в воде водоемов определяется их миграцией в системе почва: вода: ил, который имеет сезонную зависимость. Весной фосфаты, прежде всего за счет развития фитопланктона и высшей водной растительности, поступают в воду из ила и со смывными водами побережья из почв, в которых они образуются вследствие гниения органических веществ прибрежных территорий. Осенью фосфаты, которые поступают с почв и растений (фитопланктон и высшие водные растения) оседают и накапливаются в иле, тем самым обеспечивая очистку воды. Указанные процессы характерны для всех исследуемых территорий, однако, наиболее они выражены в аграрных и урбанизированных условиях.

Ключевые слова: фосфаты, вода, ил, прибрежные почвы

О. І. Прокопчук

Volodymyr Hnatiuk Ternopil National Pedagogical University, Ukraine

SEASONAL CHANGES IN THE CONTENT OF PHOSPHATES IN ABIOTIC
COMPONENTS IN THE RIVERS OF TERNOPIL REGION WITH DIFFERENT TYPES
OF ANTHROPOGENIC PRESSURE

Due to the dependence of water quality of water from coastal sediments and soils, a comparative analysis of the actual content of phosphorus in all abiotic components of rivers should be conducted. The aim was to determine the concentration of phosphates in the water, moving and gross forms of phosphorus in coastal mud and soil, as well as their ratio in the soil, water, silt in river ecosystems of four rivers of Ternopil region with varying degrees of anthropogenic impact. It was investigated that the level of phosphates in the water reservoirs is determined by their migration in the soil, water, silt, which has a seasonal dependence. Spring phosphates, primarily through the development of phytoplankton and higher aquatic vegetation in the water coming from sludge and water from the tank coast of soil, where they are formed as a result of decay of organic matter coastal areas. In autumn phosphates that come from the soil and plants (phytoplankton and higher aquatic plants) settle and accumulate in silt, thereby providing clean water. These processes are present in surveyed areas of all rivers, but the most severe they are in the agricultural and urban environments.

Keywords: phosphates, rivers, sediments, soils

Рекомендує до друку

Надійшла 02.02.2017

В. В. Грубінко