

Першочергове значення у цих лісах має лісопатологічне обстеження та виявлення і прогнозування осередків шкідників і хвороб. Особливістю лісозахисної служби у рекреаційних лісах є заборона застосування отрутохімікатів, які становлять небезпеку для рекреантів, корисної ентомофауни, птахів і диких тварин. Використовують лісогосподарські та біологічні засоби.

Для збереження і примноження корисної фауни вживають біотехнічних заходів, зокрема зберігають високоповнотні ділянки лісу з підліском і дуплистими деревами, створюють штучні гніздища для птахів, ремізні ділянки, викладають кормові поля і солонці та встановлюють годівниці для звірів.

Лісова охорона повинна здійснювати реальний нагляд за лісом, запобігати механічним пошкодженням дерев, не допускати зривання рідкісних видів рослин, заготівлю новорічних ялинок, розведення вогнищ, полювання в недозволених місцях, систематично здійснювати екологічне і протипожежне виховання рекреантів і відпочивальників.

Література

1. **Бондаренко В.Д.** Ведение хозяйства в рекреационных лесах : практические рекомендации / Бондаренко В. Д., Кучерявий В. А., Шудря Ю. В. – Львов : Изд-во ЛЛТИ, 1986. – 39 с.
2. **Гаврусевич А.М.** Підвищення вітростійкості деревостанів у високогірному пасмі смерекових лісів Українських Карпат / Гаврусевич А. М., Іванюк А. П., Калущкий І. Ф. // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – 2007. – Вип. 17.7. – С. 52-55.
3. **Калущкий І.Ф.** Вітровали на північно-східному макросхилі Українських Карпат / Калущкий І. Ф. – Львів : Вид-во "Манускрипт", 1998. – 204 с.
4. **Калущкий І.Ф.** Визначення впливу створення рекреаційного комплексу "Буковель" на лісові екосистеми Поляницького лісництва Ворохтянського держлісгоспу та розроблення рекомендацій щодо стабілізації екологічної ситуації / Калущкий І. Ф., Гаврусевич А. М., Іванюк А. П., Гречаник Р. М., Запоточний М.М. Звіт НДР № 4/2005 р. – Івано-Франківськ : ПНУ ім. В. Стефаника, 2006. – 215 с.
5. **Криницький Г.Т.** Лісівничо-екологічний аналіз впливу інфраструктури туристичного комплексу "Буковель" на ліси Поляницького лісництва Ворохтянського держлісгоспу / Криницький Г. Т., Калущкий І. Ф., Третяк П. Р., Крамарець В. О., Лавний В. В. Звіт НДР. ГД 08.09-11-05. – Львів : РВВ НЛТУ України, 2005. – 128 с.
6. **Середін В.І.** Ліс – база відпочинку / Середін В. І., Парпан В. І. – Ужгород : Вид-во "Карпати", 1988. – 110 с.
7. **Чинники формування вітровалів** та підвищення біологічної стійкості насаджень у зоні впливу рекреаційного комплексу "Буковель" / Криницький Г.Т., Калущкий І. Ф., Гаврусевич А. М., Іванюк А. П. // Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість : міжвідомч. наук.-техн. зб. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2006. – Вип. 32. – С. 20-27.

УДК 630*116

*Доц. І.Є. Кульчицький-Жигайло, канд. с.-г. наук;
студ. О.І. Озарків; проф. І.М. Озарків, д-р техн. наук;
асист. О.М. Левчунець – НЛТУ України, м. Львів*

ХАРАКТЕРИСТИКА ВМІСТУ ХІМІЧНИХ КОМПОНЕНТІВ У АТМОСФЕРНИХ ОПАДАХ І ЇХ ВПЛИВ НА ФОРМУВАННЯ СТОКУ

Розглянуто інгредієнтний склад атмосферних опадів для гірських районів Карпат. Наведено їхні характерні особливості. Встановлено, що між поверхнею та обмінним комплексом твердої фази ґрунтів і порід, а також солями у твердій формі, поровими колоїдами та солями в розчиненій формі існують відповідні рівноважні спів-

відношення, які регулюються розчинністю солей, іонно-обмінними, сорбційно-десорбційними, дифузійними та іншими фізико-хімічними процесами.

*Assoc. prof. I.Ye. Kulchytsyj-Zhyhailo; stud. O.I. Ozarkiv; prof. I.M. Ozarkiv;
assist. O.M. Levchunec – NUFWT of Ukraine, Lviv*

Description of chemical components content in atmospheric precipitates and their influence on flow forming

Ingredient composition of atmospheric precipitates for the mountain districts of Carpathians has been considered. Their characteristic features have been represented. It is set that between a surface and exchange complex of hard phase of soils and breeds, and also by salts, in a hard form, porovi colloids and salts in a cut-in form are the proper balanced correlations which are regulated solubility of salts, ion-exchange, sorption and desorption, diffusive and by other physical and chemical processes.

Відомо [1], що для отримання достовірних величин, які характеризують вміст хімічних інгредієнтів в атмосферних опадах, аналізують сумарні місячні проби у вибірках (68...138 значень), цього достатньо для їх репрезентативної характеристики. При цьому особливу увагу звертають на мінливість хімічного складу опадів у просторі та часі. Під час опису законів статистичного розподілу хімічних елементів у біосфері найчастіше обмежуються двома конкуруючими гіпотезами про відповідність емпіричного розподілу нормальному (або логнормальному) закону розподілу ймовірностей за допомогою параметричних критеріїв (статистичних моментів третього та четвертого порядків).

Зауважимо, що основні закономірності розподілу головних іонів в атмосферних опадах, річні надходження розчинених мінеральних речовин із опадами та їхня роль у формуванні іонного стоку й засолювання порід досить детально розглянуто в роботах [2, 3]. Проте деякі дані саме ми й запозичимо з них. Над територією суші нашої планети переважають опади сульфатно-кальцієвого складу. Далі, із просуванням вглиб материка склад атмосферних опадів значно змінюється (зокрема, знижується концентрація іонів хлору і натрію, а підвищуються концентрації іонів кальцію, сульфатів та гідрокарбонатів). Наприклад, причиною підвищення вмісту (SO_4^{2-} і Ca^{2+}) є збагачення атмосфери аерозолями континентального походження.

Склад атмосферних опадів змінюється залежно й від напрямку вітру. У табл. 1 наведено дані хімічного складу атмосферних опадів на території України за даними Держкомгідромету [1]. Аналіз вище вказаних досліджень показує, що середній і фоновий річний вміст хімічних компонентів атмосферних опадів на території України є різним. Крім цього, атмосферні опади, що випадають в різних регіонах, характеризуються перевагою в них сульфатного іона, а з катіонів – магнію.

Із табл. 1 видно, що нижчі значення вмісту в опадах сульфатного іона трапляються у зоні змішаних лісів (0,20...9,5 мг/л). Найбільші значення SO_4^{2-} спостережено в Карпатській гірській країні (м. Берегово) – 13,60 мг/л. Загалом, значних перепадів вмісту середніх значень концентрацій SO_4^{2-} на території України не спостережено (мінімальне значення від максимального від-

різняється всього в 2 рази). Загалом чітких закономірностей зміни розподілу HCO_3^- на території держави також не видно. У більшості випадків хлор за відсотками займає друге (після SO_4^{2-}) місце. Крім цього, у зоні змішаних лісів середній вміст магнію становить 1,55 мг/л. У гірських районах Карпат вміст Ca^{2+} становить 2,1...2,2 мг/л.

Табл. 1. Вміст хімічних компонентів в атмосферних опадах України [1]

№ з/п	Населений пункт	Хімічні компоненти опадів									
		HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	NH ₄ ⁺	Σi
Зона змішаних лісів											
1.	Тетерів Київ. обл.	<u>2,7*</u> 0-12	<u>9,2</u> 1,8-22	<u>1,8</u> 0,4-5	<u>1,2</u> 0,5-3	<u>1,3</u> 0,3-3,2	<u>1,55</u> 0,3-6	<u>1,3</u> 0,2-5	<u>0,75</u> 0,1-2,2	<u>0,80</u> 0-2,6	20,6
2.	Київ	<u>11,3</u> 0-33,2	<u>14,4</u> 0-30,2	<u>1,4</u> 0-2,8	-	<u>5,9</u> 0-14,5	<u>0,40</u> 0,1-0,9	<u>1,60</u> 0-3,4	<u>0,60</u> 0-1,4	<u>0,70</u> 0,1-1,3	26,3
Карпатська гірська країна											
3.	Берегово Закарп. обл.	<u>4,2</u> 0-35	<u>13,6</u> 3,3-38	<u>2,5</u> 0,4-12	-	<u>2,2</u> 0,4-5,5	<u>2</u> 0,3-9,5	<u>1,6</u> 0,3-6,2	<u>0,9</u> 0,15-3,8	<u>2,3</u> 0,1-4,2	28,3
4.	Кобеляки	<u>4</u> 0-45	<u>12,9</u> 3-31	<u>2,5</u> 0,2-10	-	<u>2,5</u> 0,4-8	<u>1,8</u> 0,25-7	<u>1,9</u> 0,1-8,5	<u>0,80</u> 0,1-4	<u>0,80</u> 0,07-2,8	27,2

Примітка: * – у чисельнику – середній, а у знаменнику – фоновий вміст хімічних компонентів в атмосферних опадах; Σ – кількість іонів в атмосферних опадах.

У зоні змішаних лісів атмосферні опади виникають в окисному середовищі і мають дуже кислу реакцію ($\text{pH}=5,2$), що можна пояснити наявністю у воді опадів значної кількості кисню (11...14 мг/л), неорганічних сильних кислот (HCl , H_2SO_4) і вільного двоокису вуглецю, який перебуває в рівновазі з CO_2 атмосфери. Своєю чергою, переважає нітратів (2,58 мг/л) серед неорганічних сполук азоту зумовлено окислюванням атмосферного азоту внаслідок електророзрядів у атмосфері та під впливом енергії сонячного випромінювання (нітрати не з'являються у складі атмосфери внаслідок їх швидкого окислювання). Аміак в опадах з'являється під впливом промислових та ґрунтових газів.

Географічний розподіл щорічних надходжень речовин на одиницю площі різниться від розподілу концентрацій цих речовин в опадах, тому що залежить від загальної суми водних опадів. Адже опади приносять на земну поверхню найбільшу кількість сірки (табл. 2). Як видно із табл. 2, у Передкарпатті та районі Карпат вміст (SO_4^{2-}) є найбільшим. Крім цього, величини річного випадання окремих іонів в межах географічно-фізичних зон є різним.

Як видно із табл. 2, у Карпатській гірській країні щорічно разом із атмосферними опадами випадає 0,95 млн т розчинених мінеральних величин у перерахунку на км^2 площі (модуль надходжень розчинених мінеральних речовин) становить, наприклад, у Передкарпатті – 19 т, у Гірських Карпатах – 29,9 т, у Закарпатті – 21,10 т).

Варто зазначити, що якісний склад розчинених речовин в атмосферних опадах значно впливає на іонний стік із поверхні суші. В межах України

величина атмосферного складника сумарного середньорічного стоку становить 2,65 млн т або 4,50 т/км², тобто 10 % сумарного іонного стоку.

Табл. 2. Випадання розчинених мінеральних речовин із атмосферними опадами на територіях України [1]

Фізико-географічні зони України	Мінеральні речовини						
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ і K ⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Σі
Передкарпаття	<u>22*</u> 1,50	<u>20,1</u> 1,50	<u>25</u> 1,80	<u>43,1</u> 2,90	<u>136</u> 9,7	<u>25,0</u> 1,60	<u>271</u> 19,0
Гірські та вулканічні Карпати	<u>50,8</u> 2,40	<u>46,2</u> 2,20	<u>57,5</u> 2,80	<u>38,8</u> 4,70	<u>313</u> 15,0	<u>57,5</u> 2,80	<u>624</u> 29,90
Закарпатська рівнина	<u>4,5</u> 1,70	<u>4,10</u> 1,60	<u>5,1</u> 1,90	<u>8,8</u> 3,3	<u>27,7</u> 10,6	<u>5,10</u> 1,90	<u>55,3</u> 21,1
Україна (загалом)	<u>578</u> 0,90	<u>503</u> 0,80	<u>670</u> 1,10	<u>1411</u> 2,40	<u>3392</u> 5,60	<u>753</u> 1,30	<u>7303</u> 12,10

Примітка: * – у чисельнику – тис. т, у знаменнику – т/км²; Σі – кількість іонів (%), що випадають разом із опадами.

У табл. 3 наведено значення атмосферних складників стоку окремих іонів для деяких регіонів України. Як видно із табл., відносна величина атмосферного складника становить у зоні Гірських Карпат 24,8 т/км², переважно, за рахунок сульфатів, а менше – за рахунок хлору, натрію та калію. Це явище можна пояснити підвищенням величини модулів водного стоку.

Табл. 3. Значення атмосферного складника сумарного середньорічного іонного стоку в Україні [1]

Фізико-географічні зони	Кількість інгредієнтів						
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ , K ⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Σі
Передкарпаття	<u>16,5</u> 1,10	<u>15,1</u> 1,10	<u>18,8</u> 1,30	<u>32,3</u> 2,10	<u>102</u> 7,10	<u>18,7</u> 1,10	<u>203</u> ₇₅ 13,8
Гірські та вулканічні Карпати	<u>42,2</u> 2,00	<u>38,3</u> 1,80	<u>47,7</u> 2,30	<u>82,1</u> 3,90	<u>260</u> 12,50	<u>47,7</u> 2,30	<u>518</u> ₈₃ 24,8
Закарпатська рівнина	<u>2,7</u> 1,00	<u>2,50</u> 1,00	<u>3,10</u> 1,10	<u>5,3</u> 2,10	<u>16,6</u> 6,30	<u>3,10</u> 1,10	<u>33,3</u> ₆₀ 12,8
Загалом по Україні	<u>213</u> 0,30	<u>186</u> 0,30	<u>245</u> 0,40	<u>508</u> 1,10	<u>1236</u> 2,00	<u>2156</u> 0,50	<u>2650</u> ₃₆ 4,50

Примітка: * – у чисельнику – тис. т, у знаменнику – т/км²; Σі – кількість іонів (%), що випадають разом із опадами.

Варто зауважити, що величина річних надходжень із опадами розчинених мінеральних речовин, які не беруть участі у формуванні іонного стоку, становлять: для Передкарпаття – 25 %, Гірських та Вулканічних Карпат – 17 %, Закарпатської рівнини – 40 %. Загалом для всієї території України ця величина становить 4,65 млн т або 64 % всіх річних надходжень солей із атмосферними опадами (табл. 4).

Зазначимо, що хімічний склад льодів є подібним до складу атмосферних опадів. При цьому для річкових льодів найхарактернішим є гідрокарбонатний кальцієвий склад.

Формування якості ґрунтових розчинів залежить від взаємозв'язку з твердої та колоїдної фаз ґрунту. З огляду на це, особливого значення набувають ґрунтові, порові води та розчини. Зауважимо, що до порових вод відно-

сять води в поровому просторі порід зони аерації в рухливій, твердій або адсорбованій формах. До складу таких вод відносять лід, пару, гігроскопічну воду, плівкову воду, капілярну та гравітаційну воду, тобто усі види природної води (за винятком хімічно зв'язаної). Треба наголосити, що перші три складові частини порових вод не здатні до розчинення речовин, як і недоступні для рослин (решта види вод мають певну розчинну здатність і по-різному засвоюються рослинами).

Табл. 4. Внесок окремих іонів атмосферних опадів у формуванні мінеральної частини ґрунтів та порід в регіонах України [1]

Фізико-географічні зони	Хімічні інгредієнти атмосферних опадів						
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Σi
Передкарпаття	<u>5,5</u> 0,40	<u>5</u> 0,40	<u>6,2</u> 0,50	<u>10,8</u> 0,80	<u>34</u> 2,60	<u>6,3</u> 0,50	<u>68,7</u> ₂₅ 5,20
Гірські та вулканічні Карпати	<u>8,6</u> 0,4	<u>7,9</u> 0,4	<u>9,8</u> 0,50	<u>16,7</u> 0,80	<u>53,2</u> 2,50	<u>9,8</u> 0,50	<u>106</u> ₁₇ 5,1
Закарпатська рівнина	<u>1,80</u> 0,70	<u>1,60</u> 0,60	<u>2,0</u> 0,80	<u>3,5</u> 1,20	<u>11,1</u> 4,2	<u>2,0</u> 0,80	<u>22</u> ₄₀ 8,30
Загалом по Україні	<u>356</u> 0,60	<u>317</u> 0,50	<u>425</u> 0,70	<u>902</u> 1,40	<u>2156</u> 3,60	<u>489</u> 0,80	<u>4654</u> ₆₄ 7,6

Примітка: * – у чисельнику – тис. т, у знаменнику – т/км².

Своєю чергою, порові води, які мають розчинну здатність і містять тверді, рідкі та газоподібні мінеральні й органічні сполуки в розчиненому стані, називають поровими розчинами. Порові розчини, що зв'язані із активним шаром самого ґрунту, називають ґрунтовими.

Варто зазначити, що між поверхнею та обмінним комплексом твердої фази ґрунтів та порід, а також солями у твердій формі, поровими колоїдами та солями в розчиненій формі існують відповідні рівноважні співвідношення, що регулюються розчинністю солей, іонно-обмінними, сорбційно-десорбційними, дифузійними та іншими фізико-хімічними процесами. Своєю чергою, концентрації іонів в поровому розчині багато в чому будуть залежати від температури і вологості ґрунтів, інтенсивності випаровування та розведення порових вод, особливостей механізму переміщення вод та солей в породах, глибинах залягання ґрунтових вод та інших чинників. У зв'язку з чим, ми детально розглянемо фізичні закономірності процесів випаровування, транспірації, капілярного підняття розчинів, конвективного переміщення розчинів в наших наступних роботах.

Література

1. Дорогунцов С.І., Хвесик М.А., Горбач Н.М., Пастушенко П.П. Екосередовище і сучасність. – Т.3. Економічна оцінка природного середовища. – К. : Вид-во "Кондор", 2006. – 426 с.
2. Горев Л.Н., Никаноров А.М., Пелешенко В.И. Региональная гидрохимия. – К. : Вид-во "Вища шк.", 1989. – 280 с.
3. Горев Л.М., Пелешенко В.І., Хільчевський В.К. Гідрохімія України. – К. : Вид-во "Вища шк.", 1995. – 370 с.