УДК 631.67.036

ОСОБЛИВОСТІ СОЛЕНАКОПИЧЕННЯ У ГРУНТОВИХ ВОДАХ ЗАПЛАВ МАЛИХ І СЕРЕДНІХ РІЧОК ПІВДЕННОГО ЗАХОДУ УКРАЇНИ

В.І. Михайлюк

Одеський державний аграрний університет вул. Пантелеймонівська, 13, м. Одеса, 65012, *mikhailiuk.v@list.ru*

Проаналізовано географічні закономірності соленакопичення у ґрунтових водах заплав малих та середніх річок південного заходу України і встановлені особливості метаморфізації їх складу залежно від мінералізації; визначені особливості впливу літо- і геоморфологічних умов заплав на динаміку ґрунтових вод.

Ключові слова: заплави малих річок півдня України, якісний склад ґрунтових вод.

Вступ. Нагромадження солей і їх якісний склад у гідроморфних ґрунтах Північно-Західного Причорномор'я залежать, головним чином, від мінералізації і глибини залягання ґрунтових вод і підпорядковуються загальним закономірностям, які установлені для інших областей [1, 2]. Проте має місце і сильний вплив регіональних умов, що видозмінює характер соленакопичення в межах окремих територій [2]. Найважливішими чинниками, що визначають тип і ступінь засолення заплавних ґрунтів, є рельєф, гранулометричний склад алювію і ґрунтові води. Літологічні і геоморфологічні характеристики ландшафтів заплав рік чітко визначають і їхню гідрологію – рівні залягання ґрунтових вод, сезонну і річну їх динаміку, мінералізацію і хімізм засолення. У комплексі ці чинники визначають процеси нагромадження і збереження легкорозчинних солей, гіпсу і карбонатів, процеси горизонтально-бічного перерозподілу солей між ґрунтами комплексів, стійкість водно-сольового режиму до меліоративного впливу. При цьому, на фоні контрастних літологічних і геоморфологічних умов у заплавах річок, рівень ґрунтових вод і їхня мінералізація можуть у деяких випадках відігравати підпорядковану роль.

Об'єкт і методи дослідження. Дослідження проведені в заплавах середніх (Когильник, Великий і Середній Куяльники) та малих річок (Барабой, Алкалія, Ходжидер, Балка Карпово) Північно-Західного Причорномор'я. Застосовані методи емпіричного (спостереження на ключових ділянках і окремих точках, лабораторні вимірювання) і теоретичного дослідження (регресійний, кореляційний, факторний аналіз, систематизація).

Результати та їх обговорення. Ґрунтові води долинно-гирлових і долинно-річкових ландшафтів Північно-Західного Причорномор'я мають широкий діапазон мінералізації. Є прісні й слабомінералізовані, повсюдно поширені середньо- і сильномінералізовані, зустрічаються також розсоли з концентрацією солей до 50-70 г/дм^3. Істотно коливаються і якісні характеристики засолення ґрунтових вод.

Залежність між мінералізацією ґрунтових вод та їхнім іонним складом, що є природною закономірністю, в заплавах малих річок Північно-Західного Причорномор'я має такі особливості (рис. 1, табл. 1).

При мінералізації до 2 г/дм^3 ґрунтові води сульфатно-гідрокарбонатні або хлоридно-гідрокарбонатні. Переважаючим катіоном у цьому діапазоні є магній, який у деяких досліджуваних точках поступається натрію. Кальцій-іон практично завжди є залежним. Подальше зростання мінералізації ґрунтових вод зумовлює виразнішу закономірність у співвідношенні іонів. У діапазоні мінералізації 2-3 г/дм^3 ґрунтові води здебільшого сульфатно-хлоридні зі схожим на попередній діапазон співвідношенням катіонів. Більшість випробуваних точок мали кальцієво-натрієво-магнієвий тип при практично рівній долі натрію і магнію.

Середньо- і сильномінералізовані води заплав малих і середніх річок мають найбільше поширення. В інтервалі 3-22 г/дм^3 (67% усіх досліджуваних проб) вони мають хлоридно-сульфатний магнієво-натрієвий склад. Наприкінці цього діапазону зростає частка хлор-іону, який при подальшому зростанні мінералізації (особливо після 35 г/дм^3) різко переважає над сульфат-іоном. Ропа, що зустрічається в солончакових комплексах лимано-гирлових ландшафтів середніх річок, має натрієво-сульфатно-хлоридний склад із граничним співвідношенням Cl^- / SO_4^{2-} – трохи більшим за 0,2.

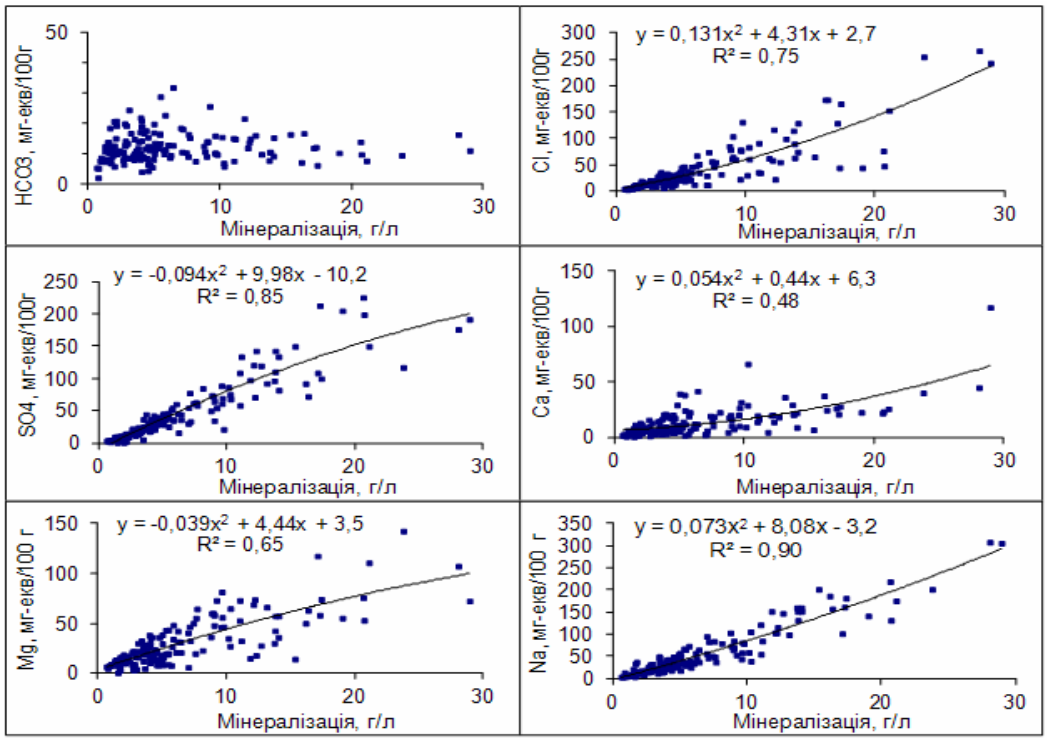


Рис. 1. Залежність між мінералізацією і вмістом основних іонів у ґрунтових водах заплав малих і середніх річок Північно-Західного Причорномор'я (n = 155).

Таблиця 1

Середні значення концентрації іонів (мг-екв/дм^3) за діапазонами соленакопичення у ґрунтових водах заплав малих річок Північно-Західного Причорномор'я (n = 165)

Діапазон солена-копичення, г/дм^3	Кіль-кість проб	Середня мінераліза-ція, г/дм^3	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	Типы засоления ґрунтовых вод
Менше 1,5	11	1,1	8,0	4,8	5,6	2,9	9,1	5,4	SO_4(Cl)-HCO_3 : Na(Ca)-Mg
1,5-2	18	1,8	12,1	9,1	7,9	5,0	11,0	13,5	Cl-HCO_3 (Cl-HCO_3) : Na-Mg
2-3	21	2,5	12,7	13,4	14,6	7,4	12,6	17,2	SO_4-Cl (Cl -SO_4) : Na-Mg (Mg -Na)
3-22	110	7,7	13,1	45,9	59,8	14,7	33,9	64,1	Cl -SO_4 : Mg -Na
22-35	3	26,6	12,2	253,9	161,8	67,3	107,1	270,1	Cl -SO_4 (SO_4-Cl) : Na
35-73	2	60,5	5,9	503,9	386,7	40,5	102,2	827,4	SO_4-Cl : Na

За трендовим аналізом ґрунтові води із хлоридним типом засолення повинні мати мінералізацію понад 115 г/дм^3, але такі нам не зустрічалися.

Дослідження у заплавах окремих малих і середніх річок Північно-Західного Причорномор'я виявили деякі індивідуальні особливості соленакопичення. Так, ґрунтові води середньої течії р. Когильник у межах північного (високого) геоморфологічного рівня Західного Причорномор'я відзначаються підвищеною (порівняно з нижньою течією) сульфатністю. Цей іон є головним у вивченому діапазоні мінералізації від 3 до 50 г/дм^3, але усе ж сам по собі не перевищує рівня 20 г/дм^3. Зростання вмісту Cl-іона в цій області Когильника не носить прогресивного характеру і при максимальних значеннях мінералізації вод його кількість не більша за 5,5 г/дм^3. У середній течії також помітна деяка перевага Na-іона над магнієм у порівнянні із нижньою течією цієї річки.

Ґрунтові води заплави пониззя р. Когильник у межах верхньопліоценової тераси лівобережжя Дунаю й узбережжя Чорного моря відносно

більш мінералізовані (мінімальна мінералізація, що спостерігалася, дорівнювала 2,4 г/дм^3, а максимальна – 73,3 г/дм^3). Тут до рівня мінералізації 6 г/дм^3 води мають хлоридно-сульфатний, в основному, магнієво-натрієвий склад. При подальшому концентруванні ґрунтових вод вони стають сульфатно-хлоридно-натрієвими (табл. 2).

Таблиця 2

Залежність між мінералізацією (x, г/дм^3) і вмістом переважаючих іонів (y, мг-екв/дм^3) у ґрунтових водах заплави р. Когильник

Область гирла		Середня течія	
Cl	$y = 0,08x^2 + 5,50x - 1,45$; $R^2 = 0,98$	Cl	$y = -0,02x^2 + 4,43x - 2,00$; $R^2 = 0,66$
SO_4	$y = -0,06x^2 + 9,38x - 3,01$; $R^2 = 0,93$	SO_4	$y = -0,02x^2 + 9,70x - 1,39$; $R^2 = 0,88$
Ca	$y = -0,001x^2 + 1,03x + 11,11$; $R^2 = 0,80$	Ca	$y = -0,03x^2 + 1,68x + 0,32$; $R^2 = 0,40$
Mg	$y = -0,008x^2 + 3,24x + 7,90$; $R^2 = 0,92$	Mg	$y = -0,10x^2 + 4,89x - 6,28$; $R^2 = 0,63$
Na	$y = 12,97x - 32,25$; $R^2 = 0,99$	Na	$y = 0,22x^2 + 4,23x + 21,82$; $R^2 = 0,94$

Безумовно, підвищена хлоридність ґрунтових вод заплав нижньої течії річок спричинена як більшою рухливістю хлору-іону і натрію в порівнянні із сульфатними солями, так і більш сприятливими умовами соленакопичення – меншим дренуванням гирлових областей, близькими до денної поверхні рівнями ґрунтових вод, меншою величиною коефіцієнту зволоження, близькістю моря, більш важким гранулометричним складом алювіальних відкладень.

Ґрунтові води заплав Великого і Малого Куяльників, розташованих на Дністро-Бузькій лесовій рівнині, у середньому менше мінералізовані (поширені концентрації – 5-7 г/дм^3) і характеризуються трьома типами соленакопичення – сульфатно-гідрокарбонатним (мінералізація менше 1,5 г/дм^3), хлоридно-сульфатним натрієво-магнієвим (1,5-3 г/дм^3) і сульфатно-хлоридним магнієво-натрієвим із мінералізацією більшою за 3 г/дм^3. У порівнянні із Західно-Причорноморською рівниною, ґрунтові води нижнього плину середніх річок на схід від Дністра характеризуються підвищеним вмістом кальцію, магнію і, особливо, Cl-іону, що стає домінуючим уже на початку діапазону середньомінералізованих вод. Зауважимо, що в нижньому плині р. Когильник хлориди переважають при мінералізації, яка перевищує значення 26 г/дм^3, а в усьому досліджуваному регіоні у середньому з 22 г/дм^3 (рис. 2).

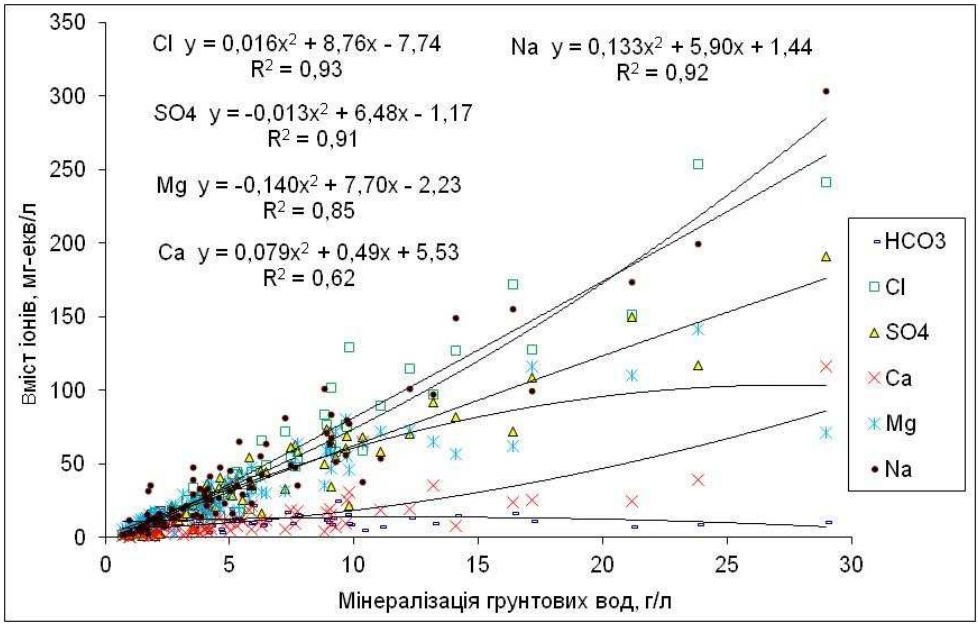


Рис. 2. Залежність між мінералізацією і вмістом переважаючих іонів у ґрунтових водах заплав понизь Малого і Великого Куяльників (n = 94)

Ґрунтові води “V”-подібних долин малих річок (Барабой, Алкалія, Ходжидер, Балка Карпово та інші) внаслідок більшого ступеня дренування мають найменшу мінералізацію; їхній склад закономірно відрізняється змішаним типом при приблизно рівній частці сульфатів і хлоридів і дещо підвищеній частці кальцій-іона (табл. 3).

Таблиця 3

Взаємозв’язок між мінералізацією (x, г/дм^3) і вмістом провідних іонів (y, мг-екв/л) у ґрунтових водах заплав малих річок (Барабой, Балка Карпово, Алкалія, Хаджидер)

Іон	Лінія тренду	Достовірність апроксимації
Cl^-	$y = 0,23x^2 + 4,54x + 0,65$	$R^2 = 0,97$
SO_4^{2-}	$y = 7,43x - 3,96$	$R^2 = 0,95$
Ca^{2+}	$y = 3,24x + 6.24$	$R^2 = 0,54$
Mg^{2+}	$y = 5,66x - 3.61$	$R^2 = 0,82$
Na^+	$y = 0,08x^2 + 5,20x + 1,95$	$R^2 = 0,96$

Отже, мінералізація і склад ґрунтових вод заплав малих і середніх річок Північно-Західного Причорномор’я є взаємозалежними характеристиками і особливості їх динамічної рівноваги мають певні географічні закономірності. По окремих заплавах і областях течії річок варіювання вмісту певного іону у відповідних діапазонах різна. Для усього району досліджень примітним є більш високий ступінь залежності між мінералізацією ґрунтових вод і концентрацією переважаючих іонів – Cl^-, SO_4^{2-} , Na^+. Наприклад, в області гирла р. Когильник між натрій-іоном і мінералізацією в діапазоні до 73 г/дм^3 взаємозв’язок практично функціональний – коефіцієнт кореляції склав 0,996. Величини вмісту Ca^{2+} і Mg^{2+} більш варіативні, а концентрація HCO_3^- у ґрунтових водах не залежить від їх мінералізації. Крім цього, діапазони мінералізації за окремими іонами є досить чіткими, а за іншими – характеризуються неоднозначними параметрами. Звичайними є змішані (різні) типи соленакопичення в слабомінералізованих ґрунтових водах і змінний характер співвідношення іонів кальцію і магнію для вод широкого діапазону мінералізації.

Долини (заплави) малих і особливо середніх річок Північно-Західного Причорномор’я характеризуються достатньо різноманітною і часто ускладненою будовою, що обумовлює певну «прив’язку» географії параметрів ґрунтових вод до географії літологічних і геоморфологічних умов. Так, на ключ-профілі в заплаві пониззя р. Когильник 19,3% площі займають території, де періодично виявляється верховодка. Вона, зазвичай, приурочена до замкнутих від'ємних форм рельєфу – сухих річищ і висохлих боліт, викладених глинистим алювієм. До 70% площі ключ-профілю – це «озера» сильномінералізованих (10-30 г/дм^3) ґрунтових вод. Частина цих вод (19% площі ключ-профілю) залягає у лінзах суглинково-супіщаних порід між глинистою товщею алювію (ґрунтів) та сіро-зеленими меотичними глинами і характеризуються відносно сильним напором; підняття рівня вод (часто моментальне) після пробивання глин може бути на 0,5-0,8 м. Для таких вод характерні також відносно стабільні в часі мінералізація і якісний склад. На противагу їм не напірні ґрунтові води мають сезонно-пульсуючі рівні і мінералізацію.

На фоні контрастних літологічних і геоморфологічних умов у заплавах малих і середніх річок, рівень ґрунтових вод і їхня мінералізація можуть відігравати другорядну роль у соленакопичені в ґрунтах (табл. 4).

Таблиця 4

Взаємозв'язок між вмістом солей у шарі ґрунтів 0-50 см, рівнем ґрунтових вод (РҐВ) у діапазоні 0,3-2,5 м (n = 56), мінералізацією ґрунтових вод і вмістом іонів у ґрунтових водах (n = 150)

Ознака	РґВ	Мінералізація ґрунтових вод	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+
Коефіцієнт кореляції	– 0,18	0,41	0,24	0,23	0,51	0,31	0,36	0,36

Аналіз взаємозв'язку між РҐВ і вмістом солей у верхньому (50 см) шарі ґрунтів заплав малих і середніх річок Північно-Західного Причорномор’я свідчать, що в умовах близького залягання ґрунтових вод (0,3-1,6 м) зустрічаються як незасолені, так і сильнозасолені ґрунти.

Тільки при РҐВ глибше 2-2,2 м у більшості випадків у верхніх шарах утримується солей менше за критичну величину. При цьому в заплавних ландшафтах існує достатньо виразний взаємозв'язок між мінералізацією ґрунтових вод та їх глибиною. Так, в заплаві Когильника між цими факторами соленакопичення залежність має форму ступеневої функції із величиною достовірності апроксимації $R^2 = 0,56$. Проте, в умовах близького залягання ґрунтових вод (до 1,5-1,8 м), їхня мінералізація більше спричиняється літологічними і геоморфологічними характеристиками місцевості і може коливатися в достатньо широкому інтервалі значень – від 2 до 70 г/дм^3.

У заплавах і гирлах малих і середніх річок Північно-Західного Причорномор'я не виявлено взаємозв'язку між мінералізацією ґрунтових вод і гранулометричним складом ґрунтів. Але, наприклад, сильномінералізовані води визначалися нами в заплавах (гирлові області є винятком із цієї залежності) тільки по негативних формах рельєфу, що викладені важким за гранулометричним складом алювієм, і ніколи – в місцях заплавних підвищень із "легкими" породами.

Висновки. Мінералізація і склад ґрунтових вод заплав малих і середніх річок Північно-Західного Причорномор'я є взаємозалежними характеристиками і особливості їх динамічної рівноваги мають географічні закономірності. Встановлені типи засолення ґрунтових вод, серед яких переважаючим є хлоридно-сульфатний магнієво-натрієвий. Впливи мінералізації і глибини залягання ґрунтових вод на особливості соленакопичення в ґрунтах модифікуються особливостями літо- та геоморфологічних параметрів території заплав; у цілому визначається слабка тіснота зв'язків між вмістом солей у верхній частині профілю ґрунтів, рівнем ґрунтових вод та їх мінералізацією.

Список літератури:

1. Ковда В.А. Процессы современного соленакопления (галогенеза) в почвах и грунтовых водах / В. А. Ковда // Почвоведение, 1947. – № 11. – С. 675-679.
2. Пекаторос Л. Г. О засоленности и солонцеватости почв пойм рек западной части Причерноморской низменности / Л. Г. Пекаторос // Почвоведение, 1967. – № 12. – С. 56-66.

FEATURES OF SALTS ACCUMULATION IN GROUNDWATER FLOODPLAINS OF SMALL AND MEDIUM RIVERS IN SOUTHWEST UKRAINE

V. I. Mikhailiuk

Investigated geographical patterns of salts accumulation in groundwater floodplains of small and medium-sized rivers in southwest Ukraine. Investigated features metamorphism their composition depending on the mineralization, determined features influence lithological and geomorphological conditions on the properties of groundwater.

Keywords: flood plains of small rivers, south of Ukraine, the qualitative composition of groundwater.

Одержано редколегією 25.11.2011