

В. І. Михайлюк

**МОРФОЛОГІЯ СОЛЕЙ І ДИНАМІКА СОЛЕНАКОПИЧЕННЯ
У ГІДРОМОРФНИХ ЛАНДШАФТАХ
ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я**

Двадцятирічний моніторинг ґрунтів на ключових ділянках в заплавах і дельтах малих та середніх річок, у тому числі в умовах меліоративного впливу, дозволив виявити такі загальні особливості соленакопичення у гідроморфних ландшафтах північно-західного Причорномор'я.

По-перше, основним типом соленакопичення для найбільш поширеного діапазону мінералізації підґрунтових вод (3-22 г/л) і звичайних для заплав слабо-сильнозасолених ґрунтів є хлоридно-сульфатний. При цьому для підґрунтових вод характерний магнієво-натрієвий склад, а для ґрунтів – кальцієво-натрієвий. Мінералізація підґрунтових вод і відносний вміст хлор- і натрій-іона збільшується вниз за течією рік. У ґрунтах відносна кількість цих іонів збільшується в зворотному напрямку – вгору за течією. При цьому ступінь засолення ґрунтів теж більший в заплавах низов'їв рік. Західні і східні області Причорномор'я мають менш виразні відмінності, але все ж у підґрунтових водах і ґрунтах східної частини

регіону в складі солей виявляється більша, порівняно із середніми значеннями, питома вага хлоридів.

По-друге соленакопичення у заплавних ґрунтах має пульсуючий характер; у сезонному циклі відзначається період часткового засолення (квітень-жовтень) і період часткового розсолення (листопад-березень). При цьому величина сезонної акумуляції солей у сольових максимумах визначається їхньою близькістю до денної поверхні. У солончакових родах різниця між літнім і зимовим солевмістом може бути досить суттєва, а глибокі сольові максимуми відрізняються відносною стабільністю як у кількісному, так і в якісному плані.

З іншої сторони, при помітних пульсуючих або однонаправлених процесах соленакопичення (розсолення або засолення), ґрунти мають достатньо високий потенціал інертності стосовно зміни сольового профілю в багаторічному циклі. Порівняльний аналіз розподілу і складу солей на ключ-профілі та окремих ключових ділянках у пониззі р. Когильник показав, що в умовах 20-річного штучного дренажу заплави ґрунти виявляють в основному урівноважені сольові режими.

По-третє, соленакопичення у заплавних ґрунтах відбувається з утворенням одного або декількох концентраційних піків (максимумів), в яких відбувається відносно більше накопичення сульфатних солей. В цілому сольовий профіль заплавних ґрунтів (не враховуючи профілю солончаків) можна поділити за особливостями динаміки соленакопичення і якісного складу солей на три зони: 1) елювіально-сольову і 2) ілювіально-сольову з відносно більшим вмістом сульфатних солей, а також 3) транзитну з більш вузьким відношенням SO_4/Cl .

Кількість і склад солей у ґрунтах, а також морфологія сольових профілів в високій мірі залежать від режиму зволоження ґрунтів. Сольові максимуми формуються, зазвичай, на межі переходу вологості до величин, які періодично наближаються до гігроскопічної вологи. З цієї причини сольові акумуляції в солончакових родах при високих підґрунтових водах (1- 1,5 м) формуються на глибині 15-30 см від поверхні ґрунтів. Тобто, у даному випадку віддзеркалюється середня глибина висихання профілю цих ґрунтів у спекотний період року. У солончакуватих ґрунтах максимальні скупчення солей приурочені також до меж капілярного підтягування підґрунтових вод, хоча режимними спостереженнями за вологістю такі межі важко вловити через поступові переходи величин вологості знизу вгору по профілю. Проте усе ж спостерігається чітка залежність між глибиною сольового максимуму і потужністю просушування профілю до величин вологості в межах «гігроскопічної вологи – вологості розриву капілярів».

За умови виходу капілярної кайми на поверхню ґрунту і постійної підтримки близькими підґрунтовими водами (0,3-0,8 м) високої (у межах вологості розриву капілярів – повної вологоємності) вологості ґрунтів, формуються «лінійні» сольові профілі із менш значним вмістом солей, але з імовірністю утворення сольової кірки (вицвітів) на поверхні ґрунтів. Подібні сольові акумуляції відзначаються також більш вузькими співвідношеннями хлоридних і сульфатних солей.

У зрошуваних середньо- і важкосуглинкових ґрунтах також відзначається випрямлення сольових профілів. В умовах штучної підтримки високої вологості у верхній частині ґрунтів сольовий профіль трансформується з утратою максимуму в середніх прошарках. При цьому виявляється підвищення вмісту солей і, що характерно, звуження відношення SO_4/Cl у поверхневому горизонті (рис. 1).

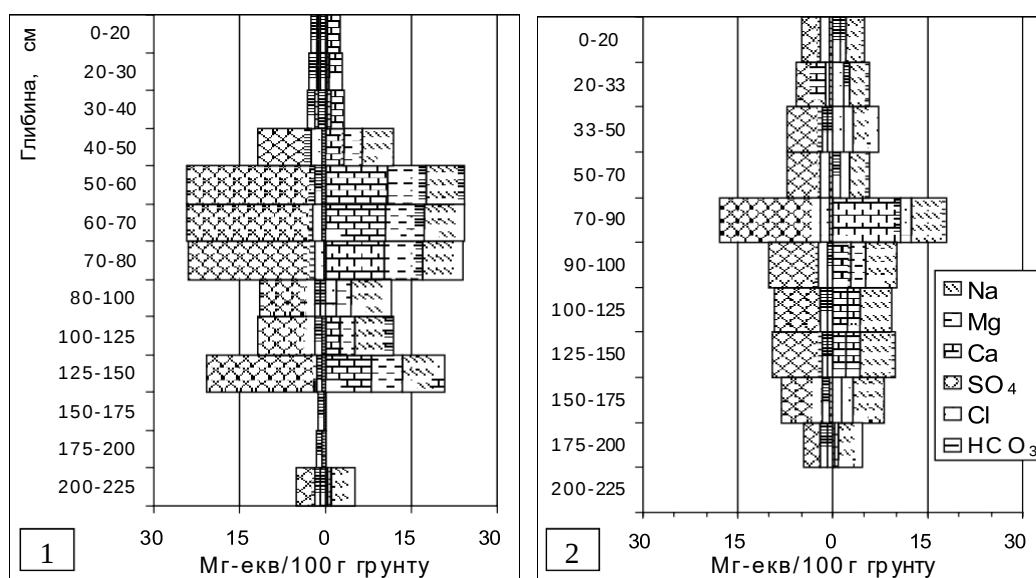


Рис. 1. Типові сольові профілі лучноземів зернистих: 1 – глеюватих солончакуватих потужних важкосуглинистих (ключ-ділянка 3 у заплаві пониззя р. Когильник); 2 – глеюватих солончакових важкосуглинистих зрошуваних (ключ-ділянка 28 у заплаві рр. Кагач - Когильник, м. Татарбунари)

Природу диференціації відношення SO_4/Cl по профілю гідроморфних ґрунтів і відносно більше накопичення сульфатів у зонах сольових максимумів можна пояснити як “внутрішніми” властивостями хімічних елементів, так і умовами соленакопичення. Насамперед, іон SO_4^{2-} має більший розмір, ніж Cl^- , і він має здатність зв'язуватися з катіонами в комплексні іони [1]. На відміну від SO_4^{2-} іони Cl^- не утворюють іонних пар із жодним із катіонів, і тому зі збільшенням вологості в області старої акумуляції вони пересуваються далі. Також в утворенні більш сульфатних зон істотну роль можуть відігравати поглинені основи. При піднятті змішаних розчинів хлористих і сірчаноокислих солей усі катіони Ca^{+2} і Mg^{+2} , що переходять із вбирного комплексу для нейтралізації надлишку аніонів Cl^- і SO_4^{2-} , повинні йти на утворення незаряджених іонних пар із SO_4^{2-} . Крім цього існує так званий ефект “виштовхування хлор-іону”, не зв'язаного в іонні пари внаслідок прояву дії поверхневого заряду ґрунтових часток. Сульфат-іон не тільки не має цієї здатності, але й послаблює у змішаних розчинах ефект виштовхування Cl^- [1]. З цієї причини концентраційний максимум хлор-іону за даними дослідників з'являється лише в тому випадку, якщо на шляху капілярним висхідним потокам зустрічається горизонт з вологістю, яка приблизно дорівнює максимальній гігроскопічності. В місцях екстремумів аніонів суттєво змінюється весь склад водорозчинних солей. Для нейтралізації негативних зарядів (аніонів) із ґрунтового вбирного комплексу можуть переходити катіони Ca^{+2} і Mg^{+2} , збільшуючи їх відносну кількість. У сольовому мінімумі збільшується відносна кількість аніону HCO_3^- , в той час як у горизонтах сольових акумуляцій лужність зменшується.

В разі складного співвідношення іонів, які можуть визначатися аналізом “водної витяжки” (в заплавах досліджуваних річок це стандартний набір: CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+), при їхніх різноманітних співвідношеннях, в ґрунтах може утримуватися велика кількість комбінацій різноманітних водорозчинних солей. Внаслідок різних температурних меж утворення солей, в одному і тому самому розчині можуть кристалізуватись мінерали, що мають якісні і

кількісні відмінності. До теперішнього часу безпосередня характеристика солей у ґрунтах проводиться головним чином за даними водної витяжки шляхом розрахунку гіпотетичних солей. Даних про мінералогічну природу солей і види сольових новоутворень в ґрунтовій літературі досить мало. Найбільш відомі роботи Т.В.Турсіної зі співавторами [2, 3], в яких, насамперед, були рекомендовані методи морфологічної діагностики солей, а також наведені результати досліджень засолених ґрунтів.

Даних про мінералогічну природу солей і мікроморфологію засолених заплавних ґрунтів степу України на сьогоднішній день немає. Наведені далі результати досліджень морфології солей заплавних ґрунтів виконані з використанням комплексного методу, що полягає в поетапних макро-, мезо-, мікро- і субмікроморфологічних дослідженнях з паралельними хімічними і фізико-хімічними методами визначення кількісних і якісних характеристик новоутворень солей та системи “ґрунт - солі” в цілому.

У ґрунтах заплав малих і середніх річок південного заходу України виявлені наступні мінерали-солі, що накопичуються у значних кількостях: мірабіліт, тенардит, галіт, гіпс, кальцит.

Формування мірабіліту тісно пов'язане з певними генетичними горизонтами і з умовами кристалізації. Переважно ця форма сульфату натрію приурочена до періодично водонасичених сильнозасолених прошарків, наприклад, зернисто-глейових ґрунтів. Мірабіліт виявляється у вигляді великих (до 2-3 мм) склоподібних кристалів у частих жилах легкорозчинних солей, що при підсиханні перетворюються на борошністу тенардитову масу.

Тенардит дає різноманітні новоутворення, що зумовлені умовами кристалізації, і через це також тісно пов'язані з певними генетичними горизонтами і ґрунтами. Рясні скупчення тенардиту приурочені переважно до верхніх пересихаючих шарів сольових акумуляцій лучноземів алювіальних зернистих, глейоземів зернистих і злитоземів. Найрозповсюдженіша форма тенардиту – сольові агрегати з дрібних голчастих кристаликів. З них головним чином складаються новоутворення солей, що заповнюють пори: дрібні прожилки в основі, присипка стінок пор, великі новоутворення у тріщинах. Поширені тенардитові псевдоморфози по рослинних рештках у вигляді щільних недиференційованих мас із борошнистих кристалів. По рослинних рештках і скелету ґрунтів можуть виділятися волосяні покриття, що при великих збільшеннях мають вигляд довгастих кристаликів тенардиту.

Галіт також має декілька форм новоутворень. Його головна особливість – утворення не відокремлених кристалів, а формування або агрегатів, або суцільних монолітних склоподібних недиференційованих мас. Ажурні агрегати і друзи розміром до 1 мм формуються переважно у верхніх, пересихаючих шарах сольових акумуляцій, а галітові кірочки можуть утворюватися на поверхні ґрунтів. У прилиманних солончаках, наприклад, солончаках сірих уздовж лиману Куяльник, на поверхні можуть кристалізуватися поодинокі і досить великі (до 7 мм) кубоподібні кристали галіту. В ажурних агрегатах галіт рідко має форму куба, а частіше формується кристалами, у котрих тільки окремі зони обмежені гранями; інші поверхні галітових агрегатів роз'їдені.

Гіпс – широко розповсюджений мінерал у сульфатно-засолених ґрунтах північно-західного Причорномор'я. Він зустрічається у вигляді поодиноких

кристалів, друз, щільних і пухких скупчень. Поодинокі кристали утворюються частіше в основі, формуючи собі камери шляхом розсовування ґрунтової маси; тут вони мають веретеноподібну форму, що також типова і для гіпсових багат шарових покриттів у великих порах. Зустрічаються і зрощення кристалів подібної форми. Розміри веретеноподібного гіпсу можуть бути від сотих часток міліметра до 3-4 мм.

У гіпсанах виявляється мілкокристалічний гіпс ромбічної форми. Його гнізда можуть цілком заповнювати невеликі пори і виявляються по кремовому кольору дрібнозернистої пухкої маси. Але найбільш поширені слабощільні складні стяжіння, де гіпс складає певну частку. Так, в округлих сольових агрегатах солончаків зернистих пониззя р. Барабой, що мають в діаметрі 2-5 см, гіпсу – 60-80% (рис. 2 - а). Гіпсові псевдоморфози, навпаки, утворюють ущільнені і подовжені форми, що складаються зі спресованої дрібнокристалічної маси.

Кальцит у досліджуваних ґрунтах є присутнім як у вигляді окремих новоутворень, так і у формі гомогенної ґрунтово-карбонатної маси. Остання його особливість – рівномірне просочування основи – відрізняє цю сіль від інших, що формуються в основному відокремлено від глинистого матеріалу ґрунтів. Дрібні стяжіння і великі щільні ребристі конкреції із вуглекислого вапна, що складаються із сіруватої або білої криптокристалічної речовини, утворюються в безпосередній близькості до дзеркала ґрунтових вод важкосуглинистих - глинистих ґрунтів. У легких ґрунтах, очевидно, через вільніші умови проросту, формуються, головним чином, пухкі карбонатно-піщані стяжіння. Рівномірне карбонатне просочення характерне також для перезволожених горизонтів глейоземів, але і тут у порах формуються дрібні агрегати чистого кальциту. У середній і верхній частині ґрунтів за межами капілярної кайми формуються не менш різноманітні кальцитові новоутворення. Типовими є об'ємні, правильної форми кристали, що встеляють окремими групами шпари ґрунтів. Поширені окремі агрегати, подібні до кушів моху. Звичайними випадками є повне неупорядковане заповнення кальцитом відкритих і закритих шпар, а також псевдоморфози по рослинних рештках.

За формами виділення у ґрунтовій масі сольові новоутворення засоленних ґрунтів заплавлених малих і середніх річок північно-західного Причорномор'я, можна об'єднати у такі види.

1. Сольові новоутворення в порах – тріщинах або кореневих ходах. Це найбільш розповсюджений і чітко видимий вид сольових скупчень у сольових максимумах досліджуваних засоленних ґрунтів. Характер цих утворень може бути різноманітним: від пухких розсипів поодиноких кристалів на поверхні стінок пор до великих, розміром 0,5-4 см, округлих агрегатів із ускладненим набором солей, що цілком виповнюють собою пори.

Найбільш поширена форма шпарових сольових новоутворень досліджуваних ґрунтів – пластові заповнення тріщин. Маючи товщину від частки міліметра до 3-5 мм (рідко до 10 мм) вони можуть покривати суцільним прошарком немалі площі ґрунтової маси. Наприклад, в солончаках зернистих глейових вони в горизонтах сольових максимумів утворюють суцільний каркас-сітку, відокремлюючи агрегативні блоки один від одного. Їхня присутність може бути обумовлена збігом двох чинників – наявності тріщин, які можливі в поверхневих горизонтах, і випарної концентрації солей у тих самих верхніх шарах ґрунту. Такі умови типові для глейоземів зернистих, субзлитих ґрунтів і злитоземів структурно-монолітних. Для цих ґрунтів також характерні сольові пласти, які мають не тільки прямовисне

розташування, але і горизонтальне, розділяючи призмоподібні структурні окремість впоперек.

У солончаках зернистих і сильносолончакуватих зернисто-глейових ґрунтах легкорозчинні солі акумулюються в основному тільки в порах. У внутрішніх зонах зернисто-горіхуватих окремістей цих ґрунтів новоутворення солей не виявляються. При цьому основу легкорозчинних солей сольових пластів складає сульфат натрію, який, наприклад, у солончаках зернистих низов'я р. Когильник займав 66% (рис. 2 - б).

2. Сольові псевдоморфози по рослинних рештках розповсюджені в основному в поверхневих горизонтах, вони за морфологією можуть відрізнятися від першого виду тільки формою - це довгасто-округлі, різної щільності і розмірів (від декількох частин міліметра до 0,5-1,5 см у діаметрі), агрегати в колишніх оболонках коренів. Проте їхня приуроченість до кореневої зони й особливі умови кристалізації можуть сприяти формуванню трохи іншого сольового складу. Достатньо часто псевдоморфози по рослинних тканинах складаються з кальцитових агрегатів. Досить поширені гіпсові псевдоморфози, які мають вигляд округло-довгастих стяжін, складених сірою мілкокристалічною щільною сольовою масою. В останніх на розломі за змінами сірого кольору можна досить чітко бачити концентричні зони росту.

3. Сольові покриття. Це добре помітні випари солей на живих коренях і рослинних рештках, а також, рідше, на поверхні зерен первинних мінералів. Вони представлені окремими кристалами і присипками і також найчастіше зустрічаються у верхніх горизонтах.

4. Ґрунтово-сольова гомогенна суміш. Ця форма малопоширена, але типова для солончаків сірих і інших ґрунтів з легким гранулометричним складом та інтенсивним поверхневим засоленням. Поверхневі горизонти з подібною організацією мають розсипчастий (пухкий) склад, де окремі кристали і їхні агрегати солей змішані з глинисто-пилувато-піщаною масою. Глини при такій організації ґрунтової маси можуть бути самі у вигляді покриттів на поверхні солей.

5. Сольові вкраплення. У цю групу новоутворень входять розрізнені кристали та їхні агрегати в суцільній ґрунтовій масі, що формуються, певно, із неї (при висиханні) і самі собі утворюють шпару заповнення. Найроповсюдженіші сольові вкраплення складаються з гіпсу, представленого часто дуже великими (до 5 мм) кристалами, і стяжін кальциту. Найбільш типові кальцитові вкраплення поширені в глинистих глейоземах і злитоземах, де вони дрібними (0,3-1мм) сіруватими мікростяжіннями рівномірно встелюють основу ґрунту.

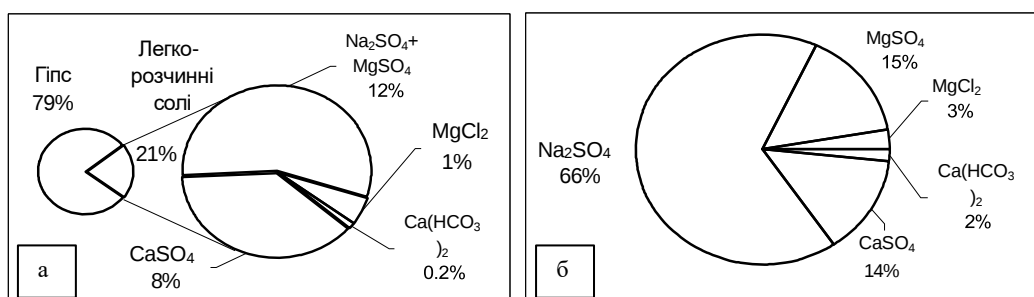


Рис. 2. Склад гіпотетичних солей сольових агрегатів-ооїдів у солончаках зернистих заплави низов'я р. Барабой (рис. а) і пластових новоутворень у сольовому максимумі солончаків зернистих низов'я р. Когильник (рис. б)

Звичайно, кількість, форми і динаміка сольових новоутворень не є

постійними, але вони все ж таки чітко визначаються генетичною природою ґрунтів. Загалом заплавні ґрунти за особливостями організації ґрунтово-сольової (легкорозчинних солей) маси можна об'єднати в три типи соленакопичення: 1) рідинно-криптокристалічний, коли легкорозчинні солі містяться у ґрунтовому розчині і при висиханні ґрунтової маси сольові новоутворення не виявляються (малорозповсюджений в районі досліджень тип); 2) рідинно-твердофазний, коли легкорозчинні солі у вигляді окремих новоутворень – поодиноких кристалів і невеликих агрегатів – періодично знаходяться у твердій фазі ґрунту (типовий для слабозасолених лучноземів); 3) ілювіально-сольовий, коли легкорозчинні солі у вигляді агрегатів формують стійкі і постійні акумуляції в порах з формуванням сольових максимумів в профілі ґрунтів (основний тип у заплавних ґрунтах південного заходу України)

Ґрунтовий покрив в цілому і процеси соленакопичення в заплавах малих та середніх річок зазнають значних змін в результаті інтенсивного меліоративного впливу – каналізації річищ і устрою дренажних систем. Як свідчать багаторічні спостереження сольовий режим ґрунтів при осушенні заплави має індивідуальні характеристики. Відзначені стабільні сольові профілі, режими розсолення і вторинного засолення ґрунтів. При цьому виявляються ґрунти, у яких, наприклад, при зберіганні колишніх запасів легкорозчинних солей по профілю відбувається підняття або опускання сольового максимуму (рис. 3, 4). Остання особливість є досить важливим показником, що визначає продуктивність осушених земель, і може бути використана для характеристики трансформації сольового режиму ґрунтів. На основі узагальнення наявних матеріалів можна запропонувати таку схему сольових режимів для характеристики осушуваних (закладка дренажних каналів і обвалування – каналізація річищ) алювіальних ґрунтів:

Критерій виділення	Відношення кількості солей в профілі ґрунтів до і після меліорації	Поступ сольового максимуму (далі СМ)
Тип сольового балансу	Стабільний (урівноважений)	З підняттям СМ Із стабільним рівнем СМ З опусканням СМ З відсутністю СМ
	Вторинного засолення	З підняттям СМ Із стабільним рівнем СМ З опусканням СМ
	Розсолення	Із стабільним рівнем СМ З опусканням СМ Із зникненням СМ

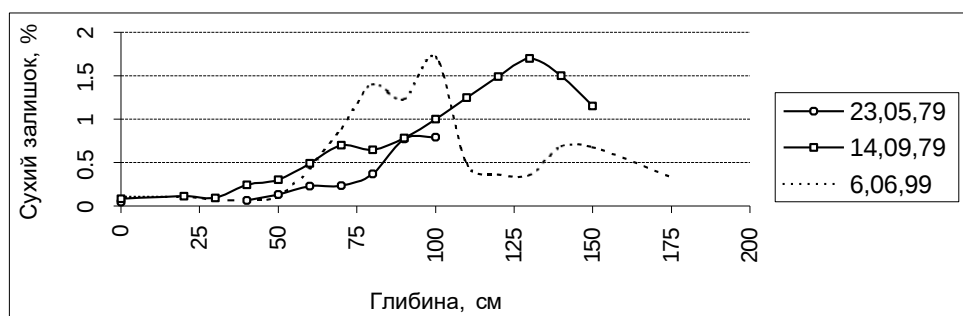


Рис. 3. Динаміка вмісту легкорозчинних солей в стратоземах шарувато-сірих

Проведені дослідження в заплаві пониззя р. Когильник свідчать, що сольовий режим ґрунтів до обвалування річища міг складатися, з одного боку, під впливом мінералізованих підґрунтових вод, а з іншого боку – у результаті промивного впливу нечастого прісного або слабомінералізованого водопілля. На обвалованих ділянках ґрунти розвиваються тільки в умовах дії підґрунтових вод, яка визначається їх рівнем, особливостями мікрорельєфу і літології місцевості. За таких обставин і у відсутність штучної промивки алювіальні ґрунти можуть залишатися сильнозасоленими, в тому числі і у прирусловій заплаві. Крім цього, як свідчить рис. 3, можливе “підтягування” легкорозчинних солей при збереженні колишніх їх запасів, що характеризує урівноважений тип сольового балансу із підняттям сольового максимуму.

Значної трансформації при осушенні зазнають глейоземи. У початковий період осушення відбувається досить інтенсивне їх вторинне засолення з накопиченням у поверхневих шарах до 2-3% легкорозчинних солей. Особливо інтенсивне соленакопичення відзначається в квітні-травні при інтенсивному випаровуванні верховодки, що, наприклад, на ключ ділянці 28 у 1982 році залягала на глибині 30-40 см (див. рис. 4). Подальша трансформація сольового профілю призводить до елювіально-ілювіального розподілу легкорозчинних солей із максимумом у середній частині профілю і відносно незначною їх кількістю у поверхневих (0-25 см) і глибоких горизонтах. При цьому загальні запаси солей також залишаються незмінними.

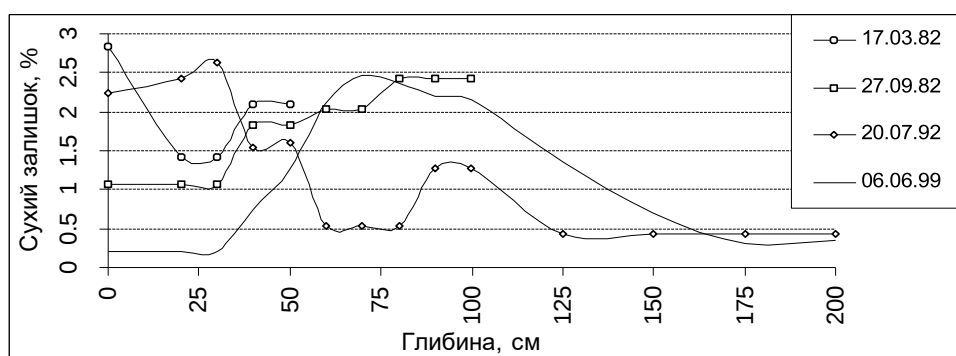


Рис. 4. Динаміка вмісту солей в осушуваних з 1980 року глейоземах мулуватих потужних (злитоземах алювіальних дисперсно-монолітних у 1999 році)

В цілому, на основі досліджень у заплаві пониззя р. Когильник, що засвідчили збільшення запасів легкорозчинних солей у поверхневих горизонтах більшості ґрунтів і диференціації ґрунтового покриву за вмістом легкорозчинних солей, можна зробити висновок про неефективність дренажу в понизов'ях рік. На широких заплавах із невеликими абсолютними відмітками поверхні виявилося неможливим знизити рівні підґрунтових вод нижче критичної глибини через підпирання їх лиманами і неглибоко врізаними річищами. За таких умов ґрунти, без штучного промивання, або зберігають старий вміст і склад солей, або незначно, але різнонаправлено змінюють типи будови сольових профілів, що і спричиняє в цілому ускладнення ґрунтового покриву. Ефективність дренажних систем послаблюють також активні процеси злитизації, що відбуваються при осушенні заплави і сприяють “консервації” легкорозчинних солей у профілі злитих ґрунтів.

1.Пакшина С. М. Передвижение солей в почве. - М.: Наука, 1980.- 120 с.; 2. Турсина Т.В. Микроморфология засоленных почв // Проблемы почвоведения: Сов. почвоведы к XII Междунар. конгрессу почвоведов.- М.:Наука, 1982. - С. 157-162.; 3. Турсина Т.В., Панкова Е.И., Ямнова И.А. Изучение морфологии легко- и труднорастворимых солей и микростроения засоленных почв // Микроморфологическая диагностика почв и почвообразовательных процессов.- М.:Наука, 1983. - С. 89-109.