

## СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ ДОСЛІДЖЕННЯ

УДК (UDC): 504.53.052

DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2020-34-17>

**I. I. САРАНЕНКО**, канд. біол. наук, доц.

*Херсонський державний університет,*  
вул. Університетська, 27, м. Херсон, Україна 73003

e-mail: [i.i.saranenko@ukr.net](mailto:i.i.saranenko@ukr.net) ORCIDID: <http://orcid.org/0000-0002-6152-7290>

### АНАЛІЗ СОЛОНЦЕУТВОРЕННЯ НА РІЗНИХ КОНТИНЕНТАХ ТА ҐРУНТОВО-БІОКЛІМАТИЧНИХ ПОЯСАХ: РЕГІОНАЛЬНИЙ АСПЕКТ

**Мета.** Виявити закономірності розповсюдження солонців і солончаків за ґрунтово-біокліматичними поясами та їх глобальні і регіональні екологічні проблеми.

**Методи.** описовий, аналітичний, польовий, розрахунковий, статистичний, кореляційного аналізу.

**Результати.** Наведено основні етапи вчення про засолені ґрунти та визначено, що на п'яти континентах світу спостерігаються усі види солонцюватості ґрунтів, але переважає вплив солей натрію, які з'явилися у результаті потрапляння морських вод та вивітрювання мінералів у минулі геологічні епохи, а також у результаті зрошення й осушення. За результатами розрахунків визначено, що найбільшу площу засолених ґрунтів має Австралія (357568 тис. га), найменшу Африка (80448 тис. га), а співвідношення загальної площі континенту до площі солонців та солончаків устатковує континенти у наступний низхідний ряд: Австралія (50%) → Північна Америка (7%) → Південна Америка (7%) → Євразія (6%) [Азія (7%) → Європа (4%)] → Африка (4%, пустелі та посушливі райони складають 60% її площі). Найважливішу роль у процесах засолення-розсолонення та осолонцювання грають клімат і рослинність. У кожному біокліматичному поясі процеси засолення та осолонцювання мають свою специфіку, що відбивається на хімічному складі, фізичних властивостях, у складі кори вивітрювання, визначаючи у цілому рівень родючості засолених ґрунтів. Засолені ґрунти мають чітку поширеність у всіх зонах, специфічність кожної та умови ґрунтоутворення накладають своєрідний відбиток на склад і властивості засолених ґрунтів, у межах навіть одного типу. Найбільше засолених ґрунтів у тропічному та субтропічному ґрунтово-біокліматичних поясах. Найактуальнішою екологічною проблемою є зменшення площі родючих земель унаслідок засолення. Погіршуються фізико-хімічні властивості, зменшується вміст гумусу. На території Херсонської області засолені ґрунти займають близько 600 тис. га. Проби відібрано в орному шарі ґрунту Олешківського та Каховського районів, де найбільша частка сильно солонцюватих (25-63%), слабосолонцюватих (77-76 %) та солонців (4,44-4,54%). Визначено кореляційну залежність властивостей засолених ґрунтів: сумарний показник засолення ґрунтів збільшується при підвищенні показника рН; при збільшенні значення рН відбувається зниження вмісту гумусу у ґрунтах, особливо у діапазоні рН 8,3-8,5; при підвищенні рівня засолення ґрунтів знижується вміст гумусу.

**Висновки.** На п'яти континентах світу спостерігаються всі види солонцюватості ґрунтів та переважає вплив солей натрію. Найбільше засолених ґрунтів у тропічному та субтропічному ґрунтово-біокліматичних поясах. Виявлені кореляційні закономірності дозволять проводити оперативну оцінку ступеня засолення ґрунтів, обґрунтовувати і впроваджувати високоефективні заходи, прогнозувати можливі зміни основних показників та поліпшувати їх екологічний стан.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** солонці, солончаки, ґрунтово-біокліматичні пояси, континенти, кореляційний аналіз

**Saranenko I. I.**

*Kherson State University, University Str., 27, Kherson, 73003, Ukraine*

### THE ANALYSIS OF SALINE SOILS FORMATION ON DIFFERENT CONTINENTS AND BIOCLIMATIC ZONES: REGIONAL ASPECT

**Purpose.** To detect patterns of solonetz and solonchak spread according to bioclimatic zones and their global and regional ecological problems.

**Methods.** descriptive, analytical, field method, calculational, statistical, correlational analysis.

© Сараненко I. I., 2020



[This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0.](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

**Results.** The given paper mentions the most important milestones in saline soils studies. It is determined, that all kinds of soil salination are found on five continents of the world with the sodium salts being the most influential one. Sodium salts occur as a result of sea water getting into and minerals escaping soil in the past geological eras, as well as, irrigation and drainage. It was calculated, that Australia has the largest area of saline soil (357568 ths. ha.), while Africa has the smallest one (80448 ths. ha.), and the correlation of overall continent area to saline soils area presents the following descending order: Australia (50%) → Northern America (7%) → South America (7%) → Eurasia (6%) [Asia (7%) → Europe (4%)] → Africa (4%, 60% of area consists of deserts and arid regions). The most important role in the process of salination and desalination is played by climate and vegetation. The processes of salination and salinization differ depending on bioclimatic zone, which is reflected in chemical components, physical properties, weathering rind. All of the above-mentioned variables define how fertile the saline soil is. Peculiarity of each bioclimatic zone and the conditions of soil formation influence the composition and properties of saline soils, which can differ within one zone. Most of saline soils are found in tropical and subtropical bioclimatic zones. Decrease of the fertile soil area due to salination is the most important ecological problem. The physico-chemical properties are worsening and the level of humus in soil is decreasing. Saline soils make approximately 600 ths. ha. of Kharkiv oblast area. Samples of cultivable layer of soil from Oleshkivsky and Kahovsky regions were taken, in which there were mainly heavily salinized soils (25-63%), moderately salinized soils (77-76%) and mildly salinized solonchaks (4,44-4,54%). The correlational dependency of saline soils was determined: summary indicator of salinity increases with the growth of pH balance; the amount of humus in soil decreases as the level of pH balance rises, especially in the diapason of 8,3-8,5; the amount of humus decreases as the level of soil salinity increases.

**Conclusions.** It is determined, that all kinds of soil salination are found on five continents of the world with the sodium salts being the most influential one. Most of saline soils are found in tropical and subtropical bioclimatic zones. The discovered correlational patterns will enable us to make operative evaluation of the salinity levels, as well as, substantiate and implement highly effective measures, predict possible changes of main indicators, and improve their ecological condition.

**KEYWORDS:** solonets, solonchak, bioclimatic zones, continents, correlational analysis

**Сараненко И. И.**

*Херсонский государственный университет, ул. Университетская, 27, Херсон, 73000, Украина*

#### **АНАЛИЗ СОЛОНЦЕОБРАЗОВАНИЯ НА РАЗНЫХ КОНТИНЕНТАХ И ПОЧВЕННО-БИОКЛИМАТИЧЕСКИХ ПОЯСАХ: РЕГИОНАЛЬНЫЙ АСПЕКТ**

**Цель.** Выявить закономерности распространения солонцов и солончаков по почвенно-биоклиматическим поясам, их глобальные и региональные экологические проблемы.

**Методы.** описательный, аналитический, полевой, расчетный, статистический, корреляционного анализа.

**Результаты.** В данной работе приведены основные этапы учения о засоленных почвах и определено, что на пяти континентах наблюдаются все виды солонцеватости, но преобладает влияние солей натрия, которые появились в результате попадания морских вод и выветривания минералов в прошлые геологические эпохи, а также в результате орошения и осушения. По результатам расчетов определено, что наибольшую площадь засоленных почв имеет Австралия (357 568 тыс. га), наименьшую Африка (80448 тыс. га), а соотношение общей площади континента к площади солонцов и солончаков образуют нисходящий ряд: Австралия (50%) → Северная Америка (7%) → Южная Америка (7%) → Евразия (6%) [Азия (7%) → Европа (4)] → Африка (4%, пустыни и засушливые районы составляют 60% площади). Важнейшую роль в процессах засоления-рассоления и осолонцевания играют климат и растительность. В каждом биоклиматическом поясе процессы засоления и осолонцевания имеют свою специфику, что отражается на химических и физических свойствах, составе коры выветривания, определяя, в целом, уровень плодородия. Засоленные почвы распространены во всех зонах, специфичность каждой и условия почвообразования накладывают своеобразный отпечаток на их состав, свойства и плодородие в пределах даже одного типа. Больше всего засоленных почв в тропическом и субтропическом почвенно-биоклиматических поясах. Важнейшей экологической проблемой является уменьшение площади плодородных земель вследствие засоления. Ухудшаются физико-химические свойства, уменьшается содержание гумуса. На территории Херсонской области засоленные почвы занимают около 600 тыс. га. Пробы для исследований отобраны в пахотном слое почвы Алешковского и Каховского районов, где наибольшая доля сильно солонцеватых (25-63%), слабосолонцеватых (77-76%) и солонцов (4,44-4,54%). Определены корреляционная зависимость свойств засоленных почв: суммарный показатель засоления почв увеличивается при повышении показателя рН; при увеличении значения рН происходит снижение содержания гумуса в почвах, особенно в диапазоне рН 8,3-8,5; при повышении уровня засоления почв снижается содержание гумуса.

**Выводы.** На пяти континентах наблюдаются все виды солонцеобразования почв, но преобладает влияние солей натрия. Больше всего засоленных почв в тропическом и субтропическом почвенно-биолиматических поясах. Выявленные корреляционные закономерности позволяют проводить оперативную оценку степени засоления почв, обосновывать и внедрять высокоэффективные мероприятия, прогнозировать возможные изменения основных показателей и улучшать их экологическое состояние.

**Ключевые слова:** солонцы, солончаки, почвенно-биолиматические пояса, континенты, корреляционный анализ

### Вступ

Відомий факт, що чисельність населення земної кулі неухильно зростає. Звідси проблема забезпечення харчуванням все більше загострюється. У ряді країн, які отримали незалежність тільки після другої світової війни, систематичного вивчення земельних ресурсів раніше не проводилося. Тільки із залученням міжнародних організацій FAO/UNESCO та інших, почалося надання науково консультативної допомоги країнам, що розвиваються. Обмеженість даних з цієї проблеми обумовлена ще й тим, що у ряді країн значна територія зайнята пустелями, а у сільському господарстві використовується незначна площа, приблизно 2-5% земель, в основному високо родючих. Актуальним питанням для багатьох регіонів є зрошувальна меліорація, але і її застосування обмежене малими водними ресурсами і низькою ефективністю економіки країни.

Перший етап досліджень засоленних та солонцевих ґрунтів припадає на кінець XIX століття і пов'язане з ім'ям В.В. Докучаєва - організатора і керівника земельно-оціночних робіт у Нижегородській і Полтавській губерніях. У публікаціях В.В. Докучаєва, його учнів і співробітників того періоду наводяться описи морфології засоленних ґрунтів, робляться спроби поділити профілі ґрунтів на обрії, виявити їх зв'язки з рельєфом місцевості тощо [1,2].

У 1894 р П.А. Землячєнський докладно описав морфологію солонців, уперше виділив найбільш характерний для цих ґрунтів стовпчастий горизонт, відзначив вилугувані верхній частини профілю ґрунтів і наявність солей у нижній. У матеріалах по оцінці земель Полтавської губернії К. Д. Глінка (1894) встановлює «злісні» солонці з наявністю хлористих і сірчано-кислих солей на поверхні (пізніше названих солончаками і «солонці котловин»), в яких присутні сода і сірчано-кислі солі. В.В. Докучаєв у своїй класифікації виділяє серед чорноземних і каштанових ґрунтів степів так звані вторинні солонці і біляві ґрунти, що прив'язані до понижень рельєфу і до других надзаплавних терас річок [2,3].

В цілому, як зазначає В.А. Ковда (1937), до початку XX століття дослідники ще не відрізняли серед засоленних ґрунтів солончаки від солонців, часто вважали, що ці терміни синоніми. Разом з тим існували роботи, які заклали основу сучасних уявлень про генезис засоленних ґрунтів. Це дослідження Г.Н. Висоцького (1899-1905), який розробив гіпотезу еолової міграції солей і довів визначальну роль ґрунтових вод у пересуванні сольових розчинів у ґрунтові горизонти при їх випаровуванні, а також дренажну роль ярів.

Вплив мінералізованих ґрунтових вод на утворення солончаків помічено на Валуйській дослідній станції. Богдан В.С. (1890) вперше звернув увагу на роль мікрорельєфу у виникненні комплексності ґрунтового покриву при розсоленні солончаків, запропонував схему еволюції солонців [4].

Другий етап пізнання засоленних ґрунтів розроблений Неуструєвим С.С. і Бессоновим О.І. (1902), виділені «структурні ґрунти», опріснені з поверхні, які мають шаруватий пухкий верхній горизонт і нижній стовбчасто-призматичний, а також «безструктурні мокрі солончаки», що містять багато солей на поверхні. Автори вперше пояснили утворення ілювіального горизонту солонців пересуванням колоїдних глинистих частинок зверху вниз і їх накопичення у нижньому ілювіальному горизонті. Поява мокрих солончаків пов'язувалось з впливом ґрунтових вод і солоних озер [1,2,5].

Більшість дослідників того періоду вважало, що утворення двох горизонтів у солонцях протікає аналогічно процесу підзолювання. Коссович П.С. (1903) вважав, що у солонцях така диференціація профілю пов'язана з впливом соди, яка викликає «лужне вивітрювання» з утворенням кремнієвої кислоти.

Третій етап у вивченні солонцевих ґрунтів пов'язаний з роботами (1907) Димо Н.А. та Келлера Б.А., проведеними у Прикаспійській низовині. За співвідношенням двох верхніх горизонтів автори вперше розділили солонці на коркові, корково-стовпчасті, стовпчасті і глибоко стовпчасті. З урахуванням зональності

були виділені солонці чорноземні і напівпустельні. Однак еволюція солонцевих ґрунтів розумілася вченими відповідно до поглядів того часу, тобто аналогічно процесу підзолювання. Тому ґрунти знижень рельєфу були названі «типovими підзолами напівпустель» (нині - солоді) [6,7].

У 1913 році з'явилася робота Коссовича П.С про міграцію іонів хлору і сульфатів на земній поверхні [8,9].

Важливий внесок у вчення про засолені ґрунти зробив Глінка К.Д., висвітлюючи географію засоленіх ґрунтів, дає докладну характеристику їх морфології та хімічного складу ґрунтів. Після появи робіт Гедройца К.К. (1912) про еволюцію засоленіх ґрунтів Глінка К.Д. приймає це вчення і спирається на нього в наступних своїх дослідженнях (1915, 1926), першим звертає увагу на роль повторного засолення в осолонцюванні ґрунтового профілю. Зазначений факт був підтверджений роботами інших вчених [10].

Не можна не відзначити дуже важливу для пізнання генезису засоленіх ґрунтів роботу Попова Т.І. (1914) «Походження і розвиток осикових кущів».

Перша чверть ХХ століття характеризується у ґрунтознавстві широким розвитком ґрунтово-географічних досліджень з описом морфології різних ґрунтів, їх географії і картографії (Костичев П.А. Гедройц К.К.). Однак, до цього часу, ще не встановлений генетичний зв'язок між солонцями і солончаками, процес утворення солонців вважали аналогічним підзолюванню [11,12]. Соколовський О.Н. у своїй роботі «З області явищ, що пов'язані з колоїдною частиною ґрунту» розглядає значення

колоїдів з питаннями родючості ґрунтів та структурованою дією кальцію [13,14].

Своєрідну концепцію походження засоленіх ґрунтів висунув В.Р. Вільямс. Його ідея полягає в тому, що основним джерелом солей є ті, що виносяться на поверхню у процесі життєдіяльності рослин [15].

Фундаментальною роботою в області генезису солонцевих ґрунтів і їх меліорації є книга під редакцією академіка Антіпова-Каратаєва І.Н. «Меліорація солонців в СРСР», де він висловлює думку, що утворення солонців з високим вмістом обмінного натрію можливо тільки при дії на ґрунт розчинів соди.

Потрібно зазначити, що у цей же час за кордоном, де солонці та засолені ґрунти широко поширені (США, Індія, Єгипет, Австралія, Канада, Угорщина), над прийомами боротьби з засоленням і солонцюватістю працювали Гільгард (запропонував гіпсування), Келлі, Херка, Арани, Ді-Глера і ін. Автори також досліджували дію на ґрунт гіпсу, сірки, різних кислот, вапна і ряду відходів промислового виробництва. В Угорщині широко застосовувався метод «дигозаш», коли на поверхню ґрунту вносили шар глини, що містить карбонат кальцію і гіпс. У Канаді вивчалася дія гіпсу і глибокої обробки ґрунтів [16,17].

Наприкінці ХХ століття та на початку ХХІ процеси солонцювання досліджують такі вчені як: Позняк С. П. [4-6], Новикова А.В. [2], Стародубцев В.М., Богданець В.А. [13], Зав'ялова Т.В., Іваненко Ю.С. [14], Бойчук, А.О. [15], Чорний І.Б. [22], Чорна Т.М., Чорний С.Г [23], Li J., Pu L., Han M., Zhu M., Zhang R., Xiang Y. [19], Singh A. [20].

### Об'єкти та методи дослідження

*Об'єкт дослідження:* засолені ґрунти (солонці, солончаки, солоді). *Предмет дослідження:* процеси солонцювання на різних континентах, ґрунтово-біокліматичних поясах та у Херсонській області. У роботі використані наступні *методи:* описовий, аналітичний, польовий, розрахунковий, статистичний, кореляційного аналізу.

Проби ґрунту відбиралися у 5-кратній повторності з орного шару 0-50 см на території Олешківського та Каховського районів, де найбільша частка сильно солонцюватих

(25-63%), слабосолонцюватих (77-76 %) та солонців (4,44-4,54%). Польові роботи та лабораторні аналізи проводилися у відповідності до державних стандартів. Вміст гумусу визначали за ДСТУ 7828:2015, рН за ДСТУ 7537:2014, суму солей за ДСТУ 7861:2015.

Аналітичні розрахунки проводились за допомогою пакету прикладних програм: Statgraphics for Windows ver 8.1. За незалежну змінну "у" прийняті: значення рН водне, вміст гумусу, %, а за "х" – сума солей, %, рН водне.

### Результати та обговорення

Найважливішу роль у процесах засолення-розсолонення та осолонцювання грають клімат та рослинність. У кожному біокліматичному поясі процеси засолення та осолонцювання мають свою специфіку, що відбивається на хімічному складі, фізичних властивостях, у складі кори вивітрювання, визначаючи у цілому рівень родючості засолевих ґрунтів (табл. 1).

Наведені у таблиці дані свідчать, поперше, про чітку поширеність засолевих ґрунтів майже у всіх зонах. По-друге, виявляється специфічність кожної зони, умов ґрунтоутворення в ній, що накладають своєрідний відбиток на склад і властивості засолевих ґрунтів, у межах навіть одного типу.

У тропічному поясі формуються абсолютно оригінальні мангрові ґрунти припливно-океанічних ландшафтів. Коли у прибережній частині утворюються дельти, то вони підлягають періодичному затопленню морською водою, після скидання води дельти висихають. Окислювально-відновні процеси у таких умовах зсуваються то в одну, то в іншу сторону. При затопленні відбувається сульфат редукція, ґрунти стають лужними, при висиханні території відбувається окислювання сполук заліза, ґрунти стають кислими, у них накопичуються сполуки заліза і марганцю [25].

Специфічність засолевих ґрунтів у цьому поясі проявляється глибокими процесами геохімічного вивітрювання з виносом продуктів розпаду силікатної частини та утворенням рухомих сполук заліза, які надають жовтуватого або червонуватого забарвлення всім ґрунтам та особливу структуру.

Процес фералізації охоплює також деякі засолені ґрунти даного поясу, де утворюються фералітні солонцеві й осолоділі глейові ґрунти з нейтральною і лужною реакцією. У семіарідному тропічному кліматі у напівгідроморфних умовах сформувалися ферасіалітні солонцево-осолоділі лужні глейові ґрунти - солоді, солонці. У аридному тропічному поясі в автоморфних умовах розвиваються тропічні сіалітно-карбонатні ґрунти - пустельні ґрунти, а у гідроморфних умовах утворюються засолені ґрунти - солончаки.

У суббореальному поясі серед засолевих ґрунтів переважаючим за охопленням території є процес солонцеутворення, який має помітні відмінності у різних природних зонах. Так, у лісостеповій зоні солонцеутворення спостерігається в умовах напівгід-

роморфного і гідроморфного зволоження. При слабкій дренажності ґрунтові води залягають відносно близько і збагачують ґрунт содою. Тому для цієї зони характерно содове і змішане засолення. Але у межах цієї зони солонці розрізняються за будовою профілю.

У сухостеповій зоні (семіарідний суббореальний клімат) розвиваються чорноземи південні (глибокозасолені), темно-каштанові і каштанові солонцюваті ґрунти і солонці. У цій зоні велике місце по площі займають автоморфні солонцюваті ґрунти і солонцеві комплекси з плямами солонців степових. Це карбонатно-сіалітні солонцеві лужні ґрунти, частково монтморилонітові, розвиваються поза впливом ґрунтових вод і є залишковими солонцюватими.

ґрунти засолені нейтральними солями, лужні, але значно меншою мірою, ніж солонці лісостепової зони содового хімізму. На погано дренажній території розвиваються солонці лучно-степові у комплексі з лучно-каштановими солонцюватими ґрунтами, а у гідроморфних умовах зволоження - солонці лугові у комплексі з каштановими луговими солонцюватими ґрунтами, а також солончаки (у прибережних територіях або у підлеглих ландшафтах).

У бореальному поясі засолені ґрунти можуть утворитися тільки при поєднанні специфіки клімату з особливостями водно-солевого режиму ґрунтів в умовах вічної мерзлоти. Танення ґрунту у літній період супроводжується капілярним підйомом розчинів солей і процесами засолення, осолонцювання і осолодіння. Таким чином, засолені ґрунти світу різноманітні за своїм генезисом і розвиваються в залежності від природних умов, хімічного складу солей, умов ґрунтового зволоження. Тому у кожній країні прийоми меліорації диференціюють виходячи з ґрунтово-кліматичних умов: видалення надлишку солей, зниження або нейтралізація високої лужності за допомогою хімічної меліорації, вилуговування і зміна впливу середовища ґрунтового розчину.

Аналіз вищенаведених матеріалів показує (табл. 2), що до проблеми меліорації засолевих ґрунтів привернута велика увага багатьох країн світу в усіх ґрунтово-біокліматичних поясах, особливо України, Західній Європі, Канади, США, Індії.

У результаті інтенсивного пошуку ефективних способів підвищення родючості засолевих ґрунтів розроблені вдосконалені

Таблиця 1

## Засолені ґрунти різних ґрунтово-біокліматичних поясів світу

Особливості клімату за ступенем атмосферного зволоження	Режим зволоження ґрунтів	Особливості кори вивітрювання та ґрунтоутворення	Ґрунти
<b>Тропічний пояс</b>			
Тропічний гумідний	Гідроморфний приливо-океанічний	Глейові засолення	Мангри
Тропічний семіарідний	Напівгідроморфний	Ферасіалітні солонцево-осолоділі лужні глейові	Солоді, солонці
Тропічний арідний	Автоморфний	Сіалітні карбонатно-засолені лужні слабофератизовані	Пустельні, тропічні
	Напівгідроморфний	Сіалітні засолені	Солончаки
<b>Субтропічний пояс</b>			
Субтропічний семіарідний	Напівгідроморфний	Карбонатно-сіалітні солонцево-осолоділі лужні глеюваті	Солонці субтропічні, солоді
	Автоморфний	Карбонатно-сіалітні слаболужні	Сіроземи солончакуваті, пустельні, щебенисті
Субтропічний арідний	Напівгідроморфний	Сіалітні грубоуламкові Карбонатно-сіалітні слаболужні лучно-глеюваті	Лучно-сіроземні засолені, ґрунти оазисів
	Гідроморфний	Карбонатно-сіалітні слаболужні лужні засолені	Солончаки, такири
<b>Суббореальний пояс</b>			
Суббореальний семігумідний	Напівгідроморфний	Монтморилонітово-карбонатно-сіалітні солонцево-осолоділі глеювато-засолені	Лучно-чорноземні солонцюваті, солонці лучні, солоді
	Гідроморфний	Монтморилонітово-карбонатно-сіалітні солонцево-осолоділі глеювато-засолені	Солонці лучні, солонці-солончаки, чорноземно-лучні солонцюваті
Суббореальний семіарідний	Автоморфний	Карбонатно-сіалітні лужні частково монтморилонітові	Чорноземи солонцюваті, темно-каштанові й каштанові солонцюваті, солонці степові
	Проугідроморфний	Карбонатно-сіалітні солонцеві	Лучно-каштанові солонцюваті, солонці лучно-степові
	Гідроморфний		Каштаново-лучні солонцюваті, солонці лугові, солончаки
Суббореальний арідний	Автоморфний	Карбонатно-сіалітні слаболужні	Світло-каштанові солонцюваті, бурі напівпустельні солонцюваті, солонці напівпустельні
	Напівгідроморфний	Карбонатно-сіалітні	Лучно-бурі солонцюваті, солонці напівпустельні
	Гідроморфний	Карбонатно-сіалітні засолені	Солонці напівпустельні, лугові солончаки, такири
<b>Бореальний пояс</b>			
Семігумідний мерзлотно-тайговий	Напівгидроморфний	Карбонатно-сіалітні солонцево-осолоділі глеювато-мерзлотні	Солонці мерзлотні, солоді мерзлотні

Таблиця 2

Аналіз розповсюдження солонців та солончаків у світі

Континенти світу	Чинники солонцеутворення					
	Ґрунтово-біокліматичні пояси	Типи засолених ґрунтів	Стадії солонцювання	Вид засолення	Чинники впливу	Розсолення
Австралія	тропічний, субтропічний	червоні, червоно-коричневі, коричневі	солонцево-осолоділі, солончаки, солонці, солоді	хлоридно-натрієве (NaCl), содове (карбонатне) $\text{NaHCO}_3$ , $\text{Na}_2\text{CO}_3$	імпульверизація, ґрунтові води, зрошення	вапнування, гіпсування, насадження солестійких трав зрошення
Південна Америка	тропічний, субтропічний, суббореальний	коричневі, сіро-коричневі, сіроземи	солонці, солончаки, солоді	хлоридний (NaCl), сульфатний ( $\text{CaSO}_4$ , $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), содовий	імпульверизація, ґрунтові води, вивітрюв.	гіпсування, насадження солестійких трав, зрошення
Північна Америка	тропічний, субтропічний, суббореальний, бореальний, полярний	каштанові, чорноземи	солонці, солончаки, солоді	содове (карбонатне) $\text{NaHCO}_3$ , $\text{Na}_2\text{CO}_3$	імпульверизація, ґрунтові води, вивітрювання, зрошення	гіпсування, $\text{CaCO}_3$ , S, $\text{CaCl}_2$ насадження солестійких трав, оранка (60 см)
Африка	тропічний, субтропічний	коричневі, сіро-коричневі,	солонці, осолоділі солонці	содове (карбонатне) $\text{NaHCO}_3$ , $\text{Na}_2\text{CO}_3$	імпульверизація, ґрунтові води, вивітрюв.	високий вміст натрію не впливає на морфологію ґрунтів
Євразія	тропічний, субтропічний, суббореальний, бореальний, полярний	чорноземи, каштанові, бурі, сіроземи	солонцево-осолоділі, солончаки, солонці, солоді	хлоридно-сульфатний, сульфатно-хлоридний, содовий	імпульверизація, ґрунтові води, вивітрювання, зрошення	зрошення, дренаж, гіпсування, промивка морською та прісною водою, внесення залишків бур'янів (P, N)

технології внесення речовин у ґрунт, вивчено вплив на солонці різних природних меліорантів, відходів промислового виробництва, визначені оптимальні види глибоких обробок (ярусна, плантажна, безвідвальна) [9,17,18].

За результатами розрахунків визначено, що найбільшу площу засолених ґрунтів має Австралія (357568 тис. га), найменшу Африка (80448 тис. га), а співвідношення загальної площі континенту до площі солонців та солончаків устатковує континенти у наступний низхідний ряд: Австралія (50%) → Північна Америка (7%) → Південна Америка (7%) → Євразія (6%)[Азія (7%) → Європа (4%)] → Африка (4%, пустелі та посушливі райони складають 60% її площі).

Найважливішою екологічною проблемою є зменшення площі родючих земель унаслідок засолення. Погіршуються фізико-хімічні властивості, зменшується вміст гумусу - найважливішого показника, що визначає родючість ґрунту [23,26]. На території Херсонської області засолені ґрунти займають близько 600 тис. га. Переважаючи південно-східні, південно-західні та східні вітри щорічно приносять з Сивашу та берегової лінії морів 217 кг/га хлоридних та сульфатних солей магнію на поверхню ґрунту. У результаті зрошення утворюються вторинно-солонцюваті ґрунти, особливо, якщо поливна вода містить значну кількість катіонів натрію, калію та магнію [21,24,27]. Для визначення регіональних особливостей впливу

засоленості на вміст гумусу та значення рН водне відібрано проби в орному шарі ґрунту Олешківського та Каховського районів, де найбільша частка сильно солонцюватих (25-63%), слабосолонцюватих (77-76 %) та солонців (4,44-4,54%); встановлено кореляційну залежність властивостей солонців та солончаків, розраховано коефіцієнти та складені рівняння регресії. Побудовані моделі парної регресії для низки ознак: сума солей – рН водне, гумус – рН водне, гумус – сума солей. Під час аналізу, одержані наступні результати (враховано залежності з коефіцієнтом кореляції не менше 0,5) (рис. 1-3).

На рис. 1 приведена залежність, що характеризує зміну вмісту солей у ґрунтах від

показника рН. Аналіз отриманої залежності показав, що сумарний показник засолення ґрунтів збільшується при підвищенні показника рН.

Залежність зміни вмісту гумусу від показника рН наведені на рис. 2, у результаті аналізу якого встановлено, що при збільшенні значення рН відбувається зниження вмісту гумусу у ґрунтах. Слід зазначити, що отримана залежність є адекватною у діапазоні рН 8,3-8.

На рис. 3 приведена залежність зміни вмісту гумусу у ґрунті від ступеня їх засолення. Аналіз отриманої закономірності виявив, що при підвищенні рівня засолення ґрунтів знижується вміст в них гумусу і відповідно погіршується їх родючість.

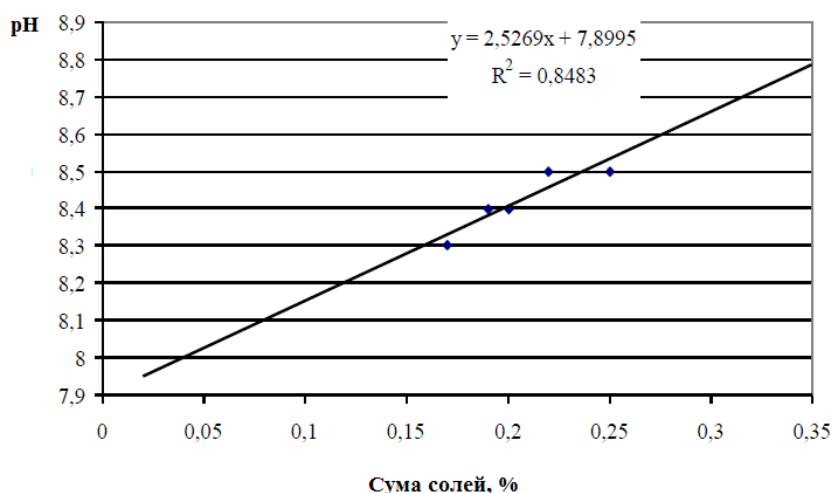


Рис. 1 – Залежність рівня засолених ґрунтів від рН

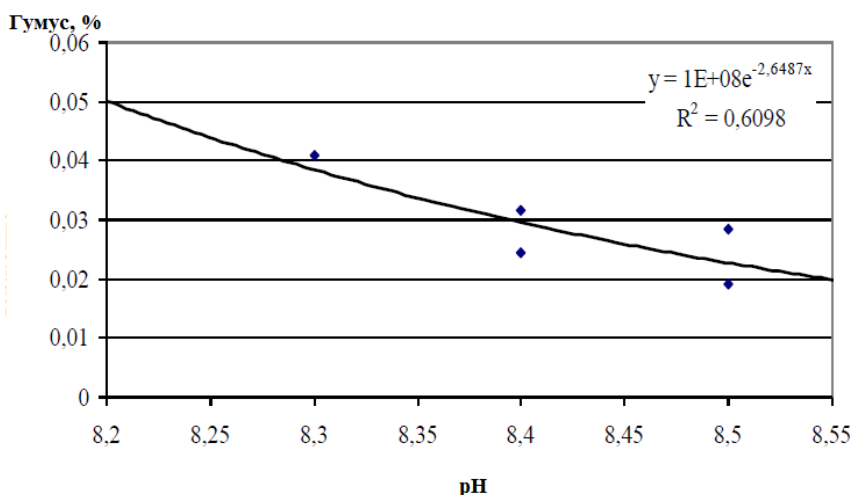


Рис. 2 – Залежність вмісту гумусу в ґрунтах від рН



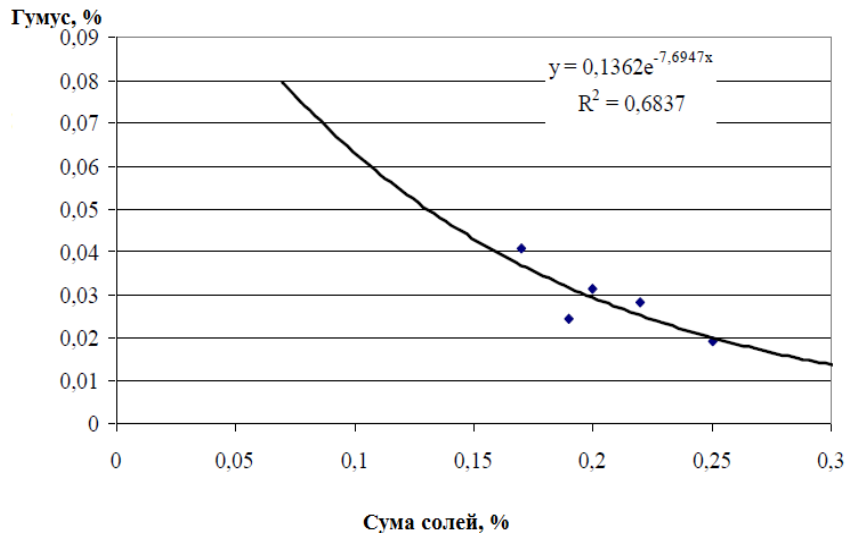


Рис. 3 – Залежність вмісту гумусу в ґрунтах від ступеня їх засолення

Таким чином, виявлені закономірності дозволяють проводити оперативну оцінку ступеня засолення ґрунтів, обґрунтовувати і впроваджувати високоефективні

заходи, прогнозувати можливі зміни основних показників для збереження родючості та поліпшення їх екологічного стану.

### Висновки

Початкові етапи вивчення засоленних ґрунтів почалися у кінці XIX століття і тривали до появи робіт К.К. Гедройца. Цей період характеризувався накопиченням первинних відомостей про морфологію засоленних ґрунтів, встановленням основних регіонів їх поширення, частковим виявленням причин виникнення. Однак до цього часу ще не був встановлений генетичний зв'язок між солонцями та солончаками, процес утворення солонців вважали аналогічним підзолотворенню.

У період сучасного розвитку науки про засолені ґрунти відзначився І.Н. Антипов-Каратаєв, який розподілив їх на категорії. До несолонцюватих він відніс ґрунт із вмістом натрію від ємності поглинання до 5%, до слабосолонцюватих - 5-10%, до середньо солонцюватих - 10-15% (у гумусних ґрунтах 10-20%), до сильно солонцюватих - 15-20% (у гумусних ґрунтах 20-25%), до солонців > 20% (у гумусних -25-30%). При розрахунку доз гіпсу рекомендував не враховувати 5% обмінного натрію, а пізніше, у роботі 1960 р. - 10-12%.

На п'яти континентах світу спостерігаються всі види солонцюватості ґрунтів, але переважає вплив солей натрію, які з'явилися у результаті обводнення морсь-

кими водами та вивітрюванням мінералів у минулі геологічні епохи, а також у результаті зрошення й осушення. За результатами розрахунків визначено, що найбільшу площу засоленних ґрунтів має Австралія (357568 тис. га), найменшу Африка (80448 тис. га).

Найважливішу роль у процесах засолення-розсолонення та осолонцювання грають клімат та рослинність. У кожному біокліматичному поясі процеси засолення та осолонцювання мають свою специфіку, що відбивається на хімічному складі, фізичних властивостях, у складі кори вивітрювання, визначаючи у цілому рівень родючості засоленних ґрунтів. Найбільше засоленних ґрунтів у тропічному та субтропічному ґрунтово-біокліматичних поясах.

У кожній країні прийоми меліорації диференціюють виходячи з ґрунтово-кліматичних умов: видалення надлишку солей, зниження або нейтралізація високої лужності за допомогою хімічної меліорації, вилуговування і зміни впливу середовища ґрунтового розчину. Основною екологічною проблемою солонців та солончаків є невідповідне хімічному складу ґрунтів зрошення.

При визначенні регіональних особливостей впливу засоленості на вміст гумусу

та значення рН водне встановлено кореляційну залежність: сумарний показник засолення ґрунтів збільшується при підвищенні показника рН; при збільшенні значення рН відбувається зниження вмісту гумусу у ґрунтах, особливо у діапазоні рН 8,3-8,5; при підвищенні рівня засолення ґрунтів знижується вміст гумусу.

Виявлені закономірності дозволяють проводити оперативну оцінку ступеня засолення ґрунтів, обґрунтовувати і впроваджувати високоефективні заходи, прогнозувати можливі зміни основних показників, що поліпшить їх екологічний стан і родючість.

### Конфлікт інтересів

Автор заявляє, що конфлікту інтересів щодо публікації цього рукопису немає. Крім того, автор повністю дотримувався етичних норм, включаючи плагіат, фальсифікацію даних та подвійну публікацію.

### Література

1. Назаренко І.І., Польчина С.М., Нікорич В.А. Ґрунтознавство: підручник. Чернівці, 2003. 400 с.
2. Новикова А. В. Исследования засоленных и солонцовых почв: генезис, мелиорация, экология. Избранные труды. Х.: КП «Друкарня 13», 2009. 720 с.
3. Польських Б.М., Стебляно, М.І., Чмир, Р.Д., Яворський В.С. Основи сільського господарства: навч. посібник 2-ге вид, перероб. К.: Вища школа, 2011. 296 с.
4. Позняк С. П. Ґрунтознавство і географія ґрунтів: підручник. Ч. 2. Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. І. Франка, 2010. 270 с.
5. Позняк С. П. Чорноземи: екологічна енциклопедія. Т. 3. К., 2008. С. 368-369.
6. Позняк С. П. Ґрунти в сучасному мінливому світі: зб. наук. праць. *Гене́за, географія та екологія ґрунтів*. Львів, 2015. С. 202-206.
7. Попович П.Д. Джамаль, В.А. Придатність ґрунтів під сади та ягідники. Київ: Урожай, 2011. 110 с.
8. Польчина С.М. Ґрунтознавство. Головні типи ґрунтів: навчально – методичний посібник. Ч. 1, 2. Чернівці: Рута, 2001. 355 с.
9. Гнатенко О.Ф., Капштик М.В., Петренко Л.Р., Вітвицький С.В. Практикум з ґрунтознавства: навч. посібник / за ред. проф. Гнатенка О.Ф. К., 2002. 230 с.
10. Синицький С.Л., Мамчур Ю.А., Хитрук О.Г. та ін. Проблеми агрохімічного моніторингу ґрунтів Кіровоградської області. *Наук. вісник Чернівецького ун-ту. Біологія*. Вип. 360. Чернівці, 2007. С. 38-42.
11. Польовий А.М., Гуцал А.І., Дронова О.О. Ґрунтознавство: підручник Одеса: Екологія, 2013. 668с.
12. Економічна і соціальна географія країн світу: навч. посібник / За ред. С.П. Кузика. Л.: Світ, 2002. 672 с.
13. Стародубцев В.М., Богданець В.А. Засолені ґрунти півдня Араратської долини: досвід картування за даними Ландсат-8. *Наукові доповіді НУБіП України*, 2018, 4 (74). URI: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2018.04.004>
14. Зав'ялова Т. В., Іваненко Ю. С. Основні типи ґрунтів Мелітопольського району. In: *Історико-географічний дискурс проблем геосфери: матер. Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. 16 травня 2016 р.* МДПУ ім. Б. Хмельницького, Мелітополь, 2016. р. 31-36. URI: <http://eprints.mdpu.org.ua/id/eprint/666>
15. Бойчук А. О. Засолення ґрунтів Півдня України. Прийоми розсолонцювання каштанових ґрунтів. *Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції*. Полтава: Астроя, 2012. С. 112-115. URI: <http://dspace.pnpu.edu.ua/handle/123456789/11880>
16. Земля на межі: вчені НААН про проблеми якості ґрунтів URI: <https://agropolit.com/spetsproekty/358-zemlya-na-meji-vcheni-naan-pro-4-problemi-yakosti-gruntiv> (дата звернення: 17.12.2020)
17. Perry – Castañeda Library Map Collection. URI: <http://merkator.org.ua/ru/karty/karty-avstralii> (дата звернення: 10.09.2020)
18. Країни Європи і Північної Америки в 1944-1974 pp. : навч. посіб. К., 2016. 740 с.
19. Li J. et al. Soil salinization research in China: advances and prospects. *Journal of Geographical Sciences*. Т. 24 (5). 2014. Р. 943-960. URI: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11442-014-1130-2> (дата звернення: 23.09.2020).
20. Singh A. Soil salinization and waterlogging: A threat to environment and agricultural sustainability. *Ecological indicators*. Т. 57. 2015. Р. 128-130. URI: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1470160X15002058> (дата звернення: 10.09.2020).
21. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Херсонській області у 2017 році. *Херсонська обласна державна адміністрація. Департамент екології та природних ресурсів*. Х., 2017. 238 с.

URI:<https://mepr.gov.ua/files/docs/Reg.report/2017/%D0%A5%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%BE%D0%BD%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0%20%D1%80%D0%B5%D0%B3%D1%96%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%20%D0%B4%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D1%96%D0%B4%D1%8C%202017.pdf>

(дата звернення: 10.09.2020).

22. Чорний І.Б. Географія ґрунтів з основами ґрунтознавства: навч. посіб. для студ. географ. фак. пед. вузів. К.: Вища школа, 2005. 240 с.
23. Чорна Т.М., Чорний С.Г. Зміна гумусного стану ґрунтів Херсонщини за останні чверть століття: просторовий аналіз. *Актуальні питання розвитку земельної резерви в Україні: стан та перспективи: зб. наук. праць*. Херсон, 2003. С. 184-187.
24. Крикунов В.Г. Ґрунти та їх родючість. К.: Вища школа, 2013. 287 с.
25. Медведєв В. В. Методологія комплексного обстеження, використання і охорони ґрунтового покриву України. *Проблеми моніторингу ґрунтів і сучасні технології відтворення їх родючості*. Вип. 15, т. 1. Кам'янець-Подільськ, 2007. С. 17-21.
26. Толгаренко І. В. Особливості розвитку сільськогосподарських земель в мережах Херсонської області. *Фальцфейнівські читання: зб. наук. праць*. Херсон, 2009. С. 374 -375.
27. Цветкова Н.М., Сараненко І.І., Дубина А.О. Застосування геоінформаційних систем в оцінюванні розвитку яружно-балкової ерозії степової зони України. *Вісник Дніпропетровського університету. Серія: Біологія. Екологія*, 2015, 23 (2): 197-202. URI: <https://www.cceeol.com/search/article-detail?id=612528> (дата звернення: 10.09.2020).

### References

1. Nazarenko, I., Polchyna, S., Nikorych, V. (2003). Soil science: Textbook. Chernivtsi: Knyhy XXI (in Ukrainian).
2. Novikova, A. (2009). Studies of saline and solonetz soils: Genesis, melioration, ecology. Selected works. Kharkiv: PC "Drukarnia 13" (in Russian).
3. Polskyyh, B., Steblianko, M., Chmyr, R., Iavorsky, V. (2011). Basics of agriculture: Textbook. Kyiv: Vyshcha shkola (in Ukrainian).
4. Pozniak, S., (2010). Soil science and geography of soils: Textbook (v.2). Lviv: LNU Publishing house (in Ukrainian).
5. Pozniak, S. (2008). Black soil : The ecological encyclopedia (v.3). Kyiv (in Ukrainian).
6. Pozniak, S. (2015). Soils in the modern inconsistent world. *Genesis, geography and ecology of soils*, 5, 202-206. (in Ukrainian).
7. Popovych, P., Jamal, V. (2011). Suitability of soils for orchards and patches of berries. Kyiv: Harvest (in Ukrainian).
8. Polchyna, S. (2001). Soil science. The main types of soils. Chernivtsi: Ruta (in Ukrainian).
9. Hnatenko, O., Kapshtyk, M., Petrenko, L., Vitvitsky, S., Hnatenko, O. (Ed.) (2002). Soil science practicum: Textbook. Kyiv (in Ukrainian).
10. Sinytsky, S., Mamchur, Y., Hytruk, O., and others (2007). Problems of agrochemical monitoring of soils in Kirovohrad oblast. *Chernivtsi University scientific bulletin: Biology*, 360, 38-42 (in Ukrainian).
11. Poliovy, A., Hutsal, A., Dronova, O. (2013). Soil science. Odessa: Ecology (in Ukrainian).
12. Kuzyka, S. (2002). Economic and social geography of countries. Lviv: Svit (in Ukrainian).
13. Starodubtsev, V., Bogdanets, V (2018). Saline soils of the south of Ararat valley: Experience of mapping using Landsat-8 data. *Scientific reports of National university of life and environmental sciences of Ukraine* (4 (74)). Retrieved from [http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrohimmgrn\\_2015\\_83\\_10](http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrohimmgrn_2015_83_10) (in Ukrainian).
14. Zavalova, T., Ivanenko, Y. (2016, May 16). Main types of soils of Melitopol region. Historical-geographical discourse of problems of geosphere: Material from International science conference. Bogdan Khmelnytsky Melitopol state pedagogical university. Retrieved from <http://eprints.mdpu.org.ua/id/eprint/666> (in Ukrainian).
15. Boichuk, A. (2012). Soil salination in the south of Ukraine. Methods of desalination of kastanozems (in Ukrainian).
16. The earth on the verge: National academy of agriculture of Ukraine's scientists about problems of soil quality. Retrieved 2020, 10 September from <https://agropolit.com/spetsproekty/358-zemlya-na-meji-vcheni-naan-pro-4-problemi-yakosti-gruntiv> (in Ukrainian).
17. Perry – Castañeda Library Map Collection. Retrieved 2020, 10 September from <http://merkator.org.ua/ru/karty/karty-avstralii> (in Ukrainian).
18. Countries of Europe and Northern America in 1944-1974. (2016). Kyiv (in Ukrainian).
19. Li, J., Pu, L., Han, M., Zhu, M., Zhang, R., & Xiang, Y. (2014). Soil salinization research in China: advances and prospects. *Journal of Geographical Sciences*, 24(5), 943-960. Retrieved from <https://link.springer.com/article/10.1007/s11442-014-1130-2> (in English).

20. Singh, A. (2015). Soil salinization and waterlogging: A threat to environment and agricultural sustainability. *Ecological indicators*, 57, 128-130. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1470160X15002058> (in English).
21. Regional report on the state of the environment in the Kherson region in 2017. (2018). *Kherson Regional State Administration. Department of Ecology and Natural Resources*. Kherson. Retrieved 2020, 10 September from <https://mepr.gov.ua/files/docs/Reg.report/2017/%D0%A5%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%BE%D0%BD%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0%20%D1%80%D0%B5%D0%B3%D1%96%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%20%D0%B4%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D1%96%D0%B4%D1%8C%202017.pdf>
22. Chorna, T., Chorny, S. (2003). Changes in humus condition of Kherson soils in the last 25 years: Dimensional analysis. Topical questions of land reform development in Ukraine: Condition and perspectives: Collection of scientific works. Kherson, 184-187 (in Ukrainian).
23. Chorny, I. (2005). Geography of soils with soil science basics: Textbook for faculty of geography students. Kyiv: Vyshcha shkola (in Ukrainian).
24. Krykunov, V. (2013). Soils and their fertility. Kyiv: Vyshcha shkola (in Ukrainian).
25. Medvedev, V. (2007). Methodology of complex examination, exploitation and preservation of soils of Ukraine. *Problems of monitoring soils and modern technologies of reviving their fertility*, 15(1), 17-21. (in Ukrainian).
26. Tolharenko, I. (2009). Peculiarity of agricultural area development within Kherson oblast. Collection of scientific works. Kherson, 374 -375. (in Ukrainian).
27. Tsvetkova, N., Saranenko, I., Dubyna, A. (2015). Implementation of geoinformational systems in evaluation progression of ravine-dean erosion in the steppe zone of Ukraine. *Dnipropetrovsk university bulletin. Biology, Ecology*, (23 (2)), 197-202. Retrieved from [http://www.dnu.dp.ua/docs/visnik/fbem/program\\_56a674dc86d60.pdf](http://www.dnu.dp.ua/docs/visnik/fbem/program_56a674dc86d60.pdf) (in Ukrainian).

Надійшла: 10.10.2020

Прийнято: 27.11.2020