

## ДИНАМІКА КИСЛОТНОСТІ ҐРУНТІВ КІРОВОГРАДСЬКОЇ ОБЛАСТІ

*Проаналізовано зміну кислотно-основних властивостей ґрунтів території Кіровоградської області. Показано, що до 2001-05 рр. відбувалось збільшення площ кислих ґрунтів переважно внаслідок незбалансованого внесення фізіологічно кислих мінеральних добрив та випадання кислотних опадів. На сьогоднішній день площі кислих ґрунтів істотно скоротились. Поліпшення стану з кислотністю ґрунтів пов'язане зі збалансованим удобренням комплексними препаратами, що містять макро- і мікроелементи живлення, заробкою у ґрунт побічної продукції та різким зменшенням кількості опадів з рНсол. нижче 5,5.*

**Ключові слова:** ґрунт, кислотно-основні властивості, мінеральні добрива, хімічна меліорація.

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Однією з найголовніших складових національного багатства нашої держави та головною умовою збалансованого розвитку суспільного виробництва є природні ресурси, проте розвиток цивілізації призвів до надзвичайно жорсткої їх експлуатації і, як наслідок, – до знищення багатьох з них, або суттєвої їх трансформації, аж до повної зміни виконуваних ними функцій у конкретних екологічних системах планети. Могутній поступ людської цивілізації супроводжується невпинною інтенсифікацією експлуатації природних ресурсів, що призвело до очевидних порушень рівноваги в доквіллі й поставило людство на межу екологічної кризи, яка виявляється в дисбалансі соціуму та біосфери. З великою ймовірністю можна стверджувати, що першою жертвою антропогенного впливу стала найуразливіша ланка екосистеми – ґрунтовий покрив, деструкція якого розпочалася із початком розвитку землеробства.

**Актуальність дослідження.** За існуючою суперечливою інформацією в Україні нараховується в межах орних земель приблизно 400 тис. га сильнокислих (з рН сольовий – менше 4,5 одиниць), 1,3 млн. га середньокислих (з рН 4,5-5,0) і 3,1 млн. га слабкокислих (рН 5,1-5,5), всього – 4,8 млн. га. У межах інших сільськогосподарських угідь кислі ґрунти займають 4,0 млн. га. Надлишкову кислотність відносять до одного з найбільш лімітуючого врожай фактору, особливо урожаю кальцієфільних культур [1].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблема оптимізації кислотно-основної функції ґрунтів за допомогою хімічних меліорацій привертала увагу численних дослідників, зокрема К.К. Гедройця, А.Г. Кірсанова, Ф.П. Топольного [1, 2, 3, 4].

**Формулювання цілей статті.** Кислотно-основна рівновага ґрунтів порушується під впливом добрив, меліорантів, кислотних опадів, структури сівозмін, розвитку елементарних ґрунтових процесів тощо. Підкислення

ґрунтів можливо внаслідок двох основних причини. Перша – вилучення лужних та лужноземельних металів, в основному кальцію, із ґрунту. Це може бути винос його врожаєм або вимивання промивними водами. Друга причина – внесення до ґрунту кислих або фізіологічно кислих мінеральних добрив, надходженні іонів гідрогену зі стічними водами, відходами тощо, випадання кислотних опадів в рідкому або твердому вигляді.

Щорічні втрати кальцію можуть бути досить великими. Винесення цього елемента рослинами дуже залежить від їхнього видового складу та врожайності. Так з урожаєм озимої пшениці 4 т виноситься до 57 кг карбонату кальцію, 15 т картоплі – до 80 кг, а 2 т сої – до 150 кг. За даними багатьох авторів за умови промивного водного режиму втрати  $\text{CaCO}_3$  з кожного гектару сівозмінної площі за рахунок вимивання сягають близько 250 кг за рік.

Як відомо, оптимальна реакція ґрунтового розчину для більшості сільськогосподарських культур знаходиться в інтервалі рН від 5,5 до 7,5. На основі кривих рН-буферності можна розрахувати, що на чорноземах опідзолених зміна  $\text{pH}_{\text{вод.}}$  від 7,0 до 5,5 відповідає 2,7 мг-екв карбонату кальцію на 100 г ґрунту, що в перерахунку на гектар становить 450 кг  $\text{CaCO}_3$ . Це означає, що на таких ґрунтах, через винесення кальцію, в залежності від культури, за 10 років реакція ґрунтового розчину може суттєво змінитися.

Із всіх кислотоутворювачів, потрапляння яких в ґрунт може викликати його підкислення, необхідно врахувати вплив мінеральних добрив та кислотних опадів. Із мінеральних добрив найбільше підкислюють ґрунт аміачна селітра та карбамід. Один центнер діючої речовини аміачної селітри створює 4,29 кмоль протонів, для нейтралізації яких потрібно 215 кг карбонату кальцію. Для такої ж кількості карбаміду ці показники складають відповідно 4,60 кмоль та 230 кг.

Виділяють такі джерела природної емісії сірки [2]:

1. Процеси руйнування біосфери – за допомогою анаеробних мікроорганізмів відбуваються процеси руйнування органічних речовин, внаслідок чого, сірка, що в них знаходиться, утворює газоподібні зв'язки. Виділення сірки біологічним шляхом складає  $\frac{1}{3}$  всієї виділеної сірки.

2. Вулканічна діяльність виділяє в атмосферу (найбільше в тропосфері) сірководень, сульфати та елементарну сірку. Це близько 2 млн. тонн сірковмісних з'єднань в рік.

3. Поверхня океанів – при випаровуванні краплин води в атмосферу залишається морська сіль, що містить крім крапель натрію та хлору молекули сірки – сульфати, що формує 50-200 млн. тонн сірки в рік. З цих сульфатів не може утворитися сірчана кислота, тому їх вплив розповсюджується тільки на регулювання утворення хмар та опадів [2].

У результаті діяльності людини в атмосфері надходить значна кількість з'єднань сірки. Джерелами антропогенного утворення сірки є: спалювання вугілля; металургійна промисловість; підприємства по виготовленню сірчаної кислоти; переробка нафти; спалення мазуту; транспорт. Таким чином в атмосферу щорічно потрапляє 60-70 млн. тонн сірки.

Аміак, що має у водному розчині лужну реакцію, виконує значну роль у регулюванні кислотних дощів, так як він може нейтралізувати атмосферні кислотні з'єднання. Джерелом атмосферного аміаку є ґрунт, внесення добрив, виготовлення та спалення вугілля.

Викиди катіонів лужних та лужноземельних речовин здійснюються, загалом, з природних джерел, частіше при експлуатації доріг без покриття. До промислових джерел належать: виробництво магнію, сталі, чавуну, виготовлення та використання цементу і бетону, керамічних виробів. Вони суттєво впливають на кислотність опадів, нейтралізуючи їх. Хлорид та фторид водню виникає при спалюванні вугілля, виробництві пропіленоксиду, фториду водню та фосфатних добрив. Щорічно викидається приблизно 1,2 млн. тонн хлориду та 0,16 млн. тонн фториду водню.

Процеси, що здійснюються в атмосфері, можна розділити на наступні групи: перенесення викидів вітром до зони опадів одночасно з незабрудненим повітрям; хімічні та фізичні процеси у газовому середовищі, що призводять до зміни концентрації та хімічного складу повітряного потоку; поглинання речовин антропогенного походження хмарами та краплинками дощу, їх хімічні реакції в рідкій фазі

та наступне випадання забруднень у вигляді опадів; сухе випадання (адсорбція на ґрунті, кронах дерев).

Більшість стадій процесів, що протікають в атмосфері, можуть бути зворотними, в результаті чого молекула забрудненої речовини може пройти декілька циклів трансформації до досягання нею поверхні Землі. Випадання кислотних дощів на поверхню Землі може здійснюватися двома шляхами: вимиванням опадів; випаданням опадів. Вимивання опадів – вимивання кислотних речовин з атмосфери здійснюється під час формування хмар та опадів. За умови перенасичення повітря водяними парами (більше 100%) здійснюється випадання краплинок хмар, що омивають шар атмосфери між хмарами та поверхнею Землі. Таким чином, дощ, що випадає, не є дистильованою водою.

Об'єктами згубної дії кислотних дощів є всі процеси та предмети, на які має вплив зміна рН середовища. Кислотні дощі мають вплив на живі організми, бо більшість біологічних процесів чутливі до зміни рН.

Для кожного виду рослин є певні оптимальні параметри за яких він досягає максимальної продуктивності. Відхилення її в більшу чи меншу сторону викликає негативний вплив на продуктивність. Крім того від величини рН також залежать фізичні, фізико-хімічні та агрохімічні властивості ґрунтів [1, 3, 4]. Дана стаття присвячена аналізу змін кислотно-основних властивостей ґрунтів, що є наслідком антропогенного впливу, призводить до змін інших характеристик ґрунту та зниження родючості в цілому.

**Виклад основного матеріалу.** За своєю генезою до опідзолених ґрунтів, в Кіровоградській області належать 64 тис. га сільськогосподарських угідь, яким властива кисла реакція ґрунтового розчину, що складає біля 3,5 відсотка орних земель [3]. Їх природна, і особливо, ефективна родючість нижча ніж ґрунтів з нейтральною, або близькою до нейтральної реакцією ґрунтового розчину (рис.1).

Решта за своєю природою не є опідзоленим. Починаючи з кінця 70-х років минулого століття внаслідок інтенсивної хімізації, коли фізіологічно-кислі мінеральні добрива застосовувалися переважно у незбалансованих за потребою нормах, значна кількість чорноземних ґрунтів перейшла у розряд кислих [4].

Кількість опадів, за даними метеорологічної станції м. Кіровоград – 500 мм/рік.

Середнє значення рН опадів у Кіровоградській області становить 4,5, що дає 0.22 кмоль протонів на один гектар в рік. За даними Всесвітньої Метеорологічної Організації (WMO), на нашу територію за рік на один гектар осідає така кількість кислотоутворювачів у сухому вигляді, яка створює навантаження в 1,90 кмоль/га протонів. Для нейтралі-

зації всіх кислотних опадів потрібно 100 кг карбонату кальцію.

Щодо залежності величини рН від географічного положення, то слід відзначити, що в західній частині Кіровоградської області вона є переважно нейтральною, а на решті території близькою до нейтральної.

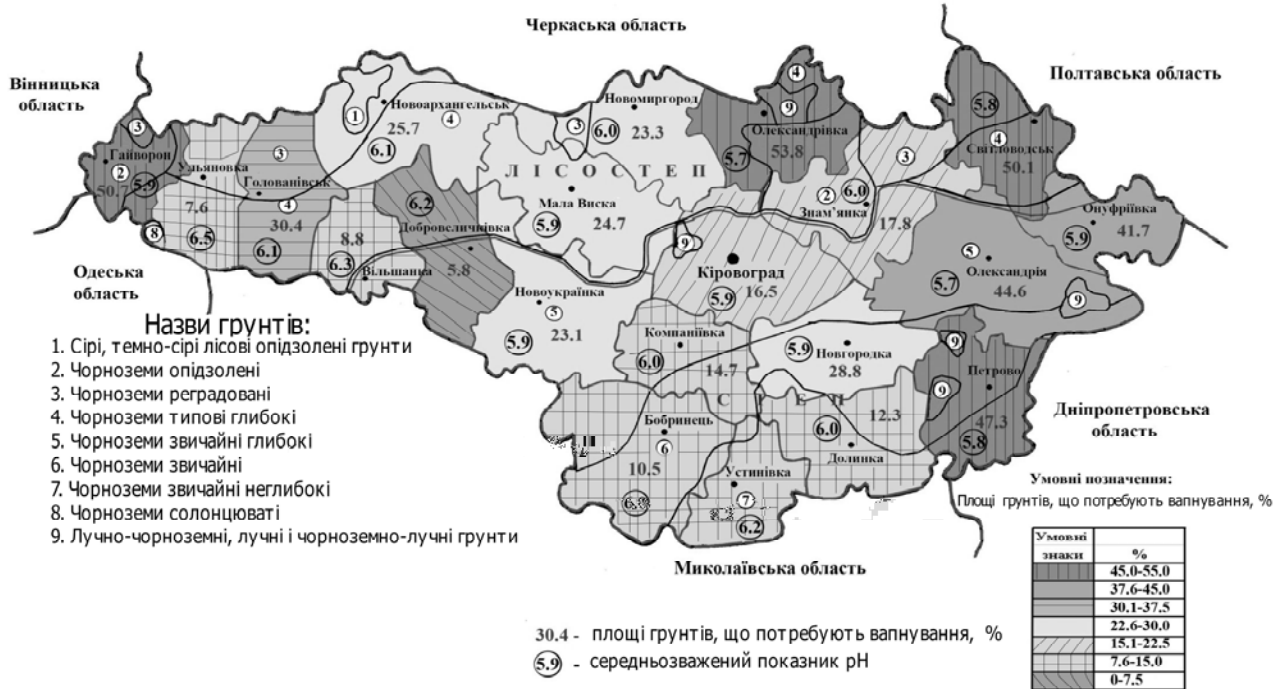


Рис. 1. Кислотність ґрунтів Кіровоградської області

До 1986-1990 рр. рН в ґрунтах степових районів не визначалось, так як за матеріалами ґрунтового обстеження 1959-1961 років вони вважались нейтральними. Лише коли в польових дослідях з добривами було виявлено підкислення ґрунтового розчину, визначення рН стало обов'язковим для всіх районів. У цей період внесення добрив, особливо азотних, досягло максимуму, до того ж воно було в більшості випадків незбалансованим. Тому з кінця 70-х років внаслідок випадання кислотних дощів, застосування фізіологічно кислих добрив у незбалансованих за потребою норм та відчуження кальцію з врожайми сільськогосподарських культур процес підкислення ґрунтів посилювався і їх площа (з рН менше 6,0) збільшилась в 80-х роках майже у 10 разів [3].

З 2001 року площі кислих ґрунтів в області почали знову зростати. Це обумовлене застосуванням у цей період переважно азотних добрив, норми яких на фоні поширення мінімалізації обробітку ґрунту і використання важкої ґрунтообробної та збиральної техніки постійно зростали. Водночас у ряді районів

спостерігалася дещо інша картина – тут після зменшення кількості площ кислих ґрунтів у середині 90-х років, навпаки, спочатку відбулося їх зростання а потім з 2001 року, зменшення. Певною причиною цього могло бути те, що орні землі в середині 90-х років оброблялись поверхнево і в асортименті добрив були лише азотні. Скорочення обсягів застосування добрив до мінімуму на фоні поширення в цих районах відвального обробітку обумовило деяке зменшення кількості площ кислих ґрунтів (рис. 2).

Територія Кіровоградської області вкрита, в основному, ґрунтами чорноземного типу, яким властива висока буферність і нейтральна або близька до неї реакція ґрунтового розчину. Незважаючи на це, зараз в області налічується 496,8 тис. га або 30% від площі ріллі кислих ґрунтів, що потребують вапнування. Враховуючи обмежену кількість ґрунтів опідзоленого ряду, можна констатувати, що в розряд кислих перейшла значна площа чорноземів типових та звичайних.

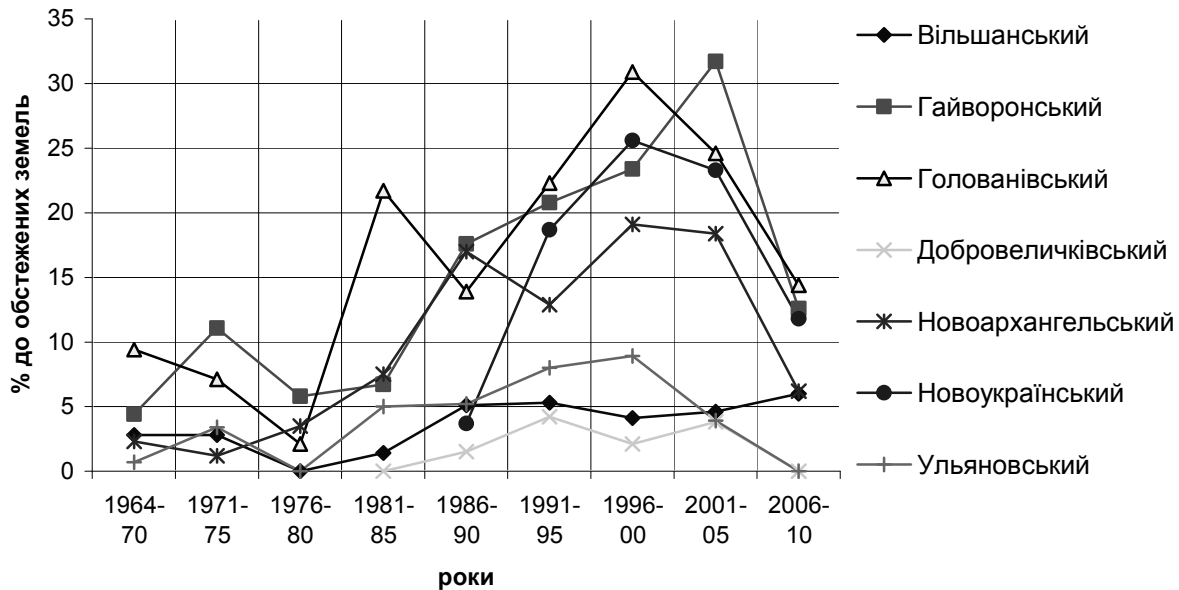


Рис. 2. Динаміка площ кислих ґрунтів у обстежених районах Кіровоградської області (% до обстеженої площі)

Найбільш підкисленими (рНсол. 5,7-5,9, гідролітична кислотність 2,60-2,92 мг-екв. на 100 г ґрунту, ступінь насичення основами 90-92%) виявились ґрунти східних районів області (Світловодський, Онуфріївський, Олександрійський, Олександрівський, та Петровський), де 42-54% ріллі потребують хімічної меліорації. З просуванням на захід питома вага кислих ґрунтів поступово зменшується з 15-29% у Знамянському, Компаніївському, Новгородківському районах до 10-25% по осі Новомиргородський-Маловисківський-Новоукраїнський-Бобринецький райони, в яких помітно поліпшується і агрохімічні показники орного шару ґрунту: рН 5,9-6,3, гідролітична кислотність 1,93-2,60 мг-екв. на 100 г ґрунту і ступінь насичення основами 93-95% [3].

Сьогодні ґрунти з слабокислою та середньо-кислою реакцією ґрунтового розчину займають в обстежених районах від 5,8% у Добровеличківському районі до 50,7% у Гайворонському. Слід зазначити, що ґрунтове вкриття Гайворонського району переважно представлене чорноземами реградованими і опідзоленими середнього механічного складу, а тому і відсоток кислих ґрунтів у ньому більший. Аналіз результатів агрохімічної паспортизації свідчить про поступове зростання площ кислих ґрунтів у 1996-2005 рр. за рахунок близьких до нейтральної та нейтральної реакції ґрунтового розчину. Якщо у 1994-1998 роках середньокислих ґрунтів налічувалося 0,6%, то у 1999-2003 роках – 0,8%,

слабокислих відповідно 16,2 та 19,8%. Крім того в ряді районів в останні роки виявлені ґрунти з рН від 7,1 до 7,5 [4]. Однак аналіз водної витяжки засвідчив, що слаболужна реакція таких ґрунтів обумовлена перш за все карбонатами кальцію і лише частково натрію. Сума токсичних солей в них не перевищувала порогу токсичності. У цілому простежити динаміку зміни реакції ґрунтового розчину з початку проведення агрохімічного обстеження неможливо через те, що у третьому турі (1976-1980 рр.) не у всіх районах області визначалося рН.

Скорочення обсягів застосування добрив до мізерної кількості та поліпшення екологічної ситуації в 90-х роках минулого століття сприяло поліпшенню фізико-хімічних властивостей ґрунтів, у результаті чого площі кислих ґрунтів зменшились більш ніж удвічі і на 2005 рік кислих ґрунтів налічувалося 290,9 тис. га, що становило 20,3% обстежених угідь.

У 2001-2005 рр. ґрунти з слабокислою та середньокислою реакцією ґрунтового розчину займали в обстежених районах від 3,8% у Добровеличківському районі до 31,7% у Гайворонському (Рис.2). У цілому за обстеженнями Кіровоградського обласного державного проектно-технологічного центру охорони родючості ґрунтів і якості продукції у 2006-2010 рр. виявлено 105,6 тис. га земель з кислою реакцією ґрунтового розчину, що складає 8,2 відсотка обстежених угідь. Порівняно з попереднім туром обстежень (2001-2005 рр.) їх

кількість зменшилася на 185 тис. га, або на 12,1 відсотка. Майже зникли такі ґрунти, або їх стала мізерна кількість у Добровеличківському, Ульяновському, Устинівському, Долинському, Знам'янському, Новгородківському і Новомиргородському районах.

Зовсім не виявлено ґрунтів з середньою та сильнокислою реакцією, площі яких у 2001-2005 рр. сягали 9,3 тис. га, або 0,7 відсотка обстежених угідь. Істотність змін відносного розподілу площ з різними значеннями агрохімічних показників в цілому по Кіровоградській області розрахована за критеріями Пірсона та Романовського склала 4,42 одиниці. Отже, зміни у розподілі площ із різною реакцією ґрунтового розчину є істотними та достовірними.

Поліпшення стану з кислотністю ґрунтів на нашу думку пов'язане зі збалансованим удобренням комплексними препаратами, що містять макро- і мікроелементи живлення, заробкою у ґрунт побічної продукції та зменшенням кількості опадів з  $pH_{\text{сол.}}$  нижче 5,5 внаслідок глобальної фінансово-економічної кризи. Крім того розширення площ посівів ріпаку також сприяло зниженню кислотності ґрунтів, адже він завдяки потужній стрижневій кореневій системі здатний розчиняти важкодоступні форми кальцієвмісних сполук і як насосом витягувати їх до поверхні ґрунту. І хоча на формування його 1 тонни викорис-

товується до 90 кг кальцію, з врожаєм насіння відчужується лише до 25 кг, а решта залишається на полі, поповнюючи запаси кальцію у верхньому шарі ґрунту.

**Висновки і перспективи досліджень.** На території Кіровоградської області відбувалось збільшення площ кислих ґрунтів до 2001-05 рр. переважно внаслідок незбалансованого внесення фізіологічно кислих мінеральних добрив та випадання кислотних опадів. На сьогоднішній день площі кислих ґрунтів істотно скоротились (з 20,3 до 8,2 відсотка від площі обстежених ґрунтів). Поліпшення стану з кислотністю ґрунтів, на нашу думку, пов'язане зі збалансованим удобренням комплексними препаратами, що містять макро- і мікроелементи живлення, заробкою у ґрунт побічної продукції та зменшенням кількості опадів з  $pH_{\text{сол.}}$  нижче 5,5. У наш час у зв'язку з потужним техногенним навантаженням на екосистеми, зокрема ґрунти, погіршенням екологічної ситуації в Україні виникає гостра потреба у проведенні обґрунтованої екологічної реабілітації території держави, необхідної для приведення навколишнього природного середовища у стан, який гарантує безпеку життєдіяльності та здоров'я людини і відтворення природних екосистем, тому проблема моніторингу кислотно-основних властивостей ґрунтів потребує підвищеної уваги.

#### Література:

1. Трускавецький Р.С. Ресурсозберігаючі технології хімічної меліорації ґрунтів в умовах земельної реформи / Роман Степанович Трускавецький, Святослав Антонович Балюк. – К.: УААН, 2000. – 69 с.
2. Злобін Ю. А. Основи екології / Ю. А. Злобін. – К.: Лібра, 1998. – 248 с.
3. Гелевера О.Ф. Результати агрохімічної паспортизації земель Кіровоградської області / Ольга Федорівна Гелевера, Сергій Леонідович Синицький // Сучасні геоекологічні проблеми лівобережної України. – Суми, 2006. – С. 54-59.
4. Гелевера О.Ф., Хитрук О.Г. Проблема підвищення кислотності чорноземів північного степу / Ольга Федорівна Гелевера, Олександр Григорович Хитрук // Заповідні степи України. Стан та перспективи їх збереження. – Асканія-Нова, 2007. – С. 26-30.

#### Резюме:

Гелевера О., Гульванский И. ДИНАМИКА КИСЛОТНОСТИ ПОЧВ КИРОВОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ.

Проанализировано изменение кислотно-основных свойств почв территории Кировоградской области. Показано, что до 2001-05 гг. происходило увеличение площадей кислых почв преимущественно вследствие несбалансированного внесения физиологически кислых минеральных удобрений и выпадения кислотных осадков. На сегодняшний день площади кислых почв существенно сократились. Улучшение состояния с кислотностью почв связано со сбалансированным удобрением комплексными препаратами, содержащими макро- и микроэлементы питания, заделкой в почву побочной продукции и уменьшением количества осадков с  $pH_{\text{сол.}}$  ниже 5,5.

**Ключевые слова:** почва, кислотно-основные свойства, минеральные удобрения, химическая мелиорация.

#### Summary:

Гелевера О., Gulvanskiy I. DYNAMICS OF SOIL PH KIROVOGRAD REGION.

Analyzed the change in acid-base properties of soil territory of Kirovograd region. We show that by 2001-05 he was the happening areas of acid soils increased mainly due to unbalanced making physiologically acidic fertilizers and acid rain fallout. Today, the area of acid soils significantly decreased. Improving the condition of soil acidity is

associated with balanced fertilizer complex preparations containing macro- and micronutrients power incorporation into the soil by-products and a sharp decrease in rainfall with a pHsol. below 5.5.

**Key words:** soil, acid-alkaline properties, mineral fertilizer, chemical melioration.

Рецензент: проф. Кривульченко А.І.

Надійшла 17.09.2011р.

УДК 911.3

Ганна СИМОЧКО

## ПЕЧЕРИ ЗАКАРПАТТЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ

*В статті висвітлено особливості поширення карстових печер в різних частинах Закарпатської області, яких нараховується понад 50 (печер, порожнин, штолень), більшість яких не використовується як туристичний ресурс. Акцентується увага щодо інтенсивного використання та подальшого дослідження і впорядкування для широкого туристичного відвідування, а не тільки спелеологами.*

**Ключові слова:** печери, порожнини, штольні, тріщини, заглибини, шахти, туризм.

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** В зв'язку з поширенням карстуючих порід (крейди) в різних частинах Закарпатської області виявлено більше п'ятидесяти різних за формою, глибиною, естетичним виглядом, наявністю озер – значні ресурси для туристично-рекреаційного освоєння надзвичайно цікавих природніх утворень. Для урізноманітнення туристично-рекреаційних послуг печери Закарпаття необхідно включати до існуючих маршрутів або створювати особливі спелеологічні.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У 1959-1960 роках ентузіасти охорони природи, колишній директор Углянської школи А.Ю. Гуцул разом з ужгородськими туристами І.В. Пташніковою та С.С. Балакіним, обстежили кілька печер і відкрили дві нові печери. Їм вдалося спуститися у вертикальну карстову шахту "Дружба" на глибину близько сорока метрів. Результати цих обстежень послужили поштовхом для більш детальних спелеологічних обстежень цього карстового району.

В червні 1963 року доктором біологічних наук М.А. Воїнственським, кандидатом геологічних наук Г.О. Бачинським та краєзнавцем П.П. Совою, були обстежені з палеонтологічною метою печери "Чурь", "Гребінь", "Молочний камінь" та шахта "Дружба". В липні того ж року були продовжені спелеологічні обстеження печер при сприянні туристів III республіканського зльоту ДСО "Спартак" і з значною участю С.С. Балакіна та І.В. Пташнікової. Виявлено ряд невідомих раніше печер, є цінні наукові знахідки.

У 1962 році в шахту "Дружба" спускалися ужгородські туристи. Про цей спуск та огляд інших печер Тячівського району в газеті "Закарпатська правда" була надрукована невелика стаття.

У 1972-1973 роках В.М. Гладилін у Закар-

патті біля с. Велика Уголька здійснив дослідження палеолітичної пам'ятки у печері Велика Уголька (Молочний Камінь). Комплексні роботи з дослідження на цих пам'ятках дозволили стверджувати уже певну заселеність печер регіону в добу палеоліту та мезоліту.

В печері Молочний Камінь виявлено стоянку первісних мисливців, довкола неї – місця від багаття. Порожнина знаходиться за 3 км на північ від с. Велика Уголька Тячівського району Закарпатської області, в місцевості Молочний Камінь. Стационарні роботи на пам'ятці проводились Закарпатською палеолітичною експедицією Інституту археології НАН України у 1972 і 1973 роках на площі 20 м<sup>2</sup>, а також у 1990 році, коли був закладений невеликий розкоп. Отримана значна кількість остеологічного матеріалу, що належить, за визначенням І.Г. Підоплічка, в основному, печерному ведмедю. Виявлено також 25 кам'яних виробів із 12 видів сировини, а також кістяний наконечник дротика.

Дослідження системи Черлений Камінь почалося з 1982 р., коли спелеоклубом "Селеніт" на чолі з Ю.Ю. Чижмаром була відкрита печера Верхня.

У 1987 р. були відкриті три нижні печери: Сифон, Каньйон і Нова – поблизу ферми. Їхні входи лежать приблизно на одному рівні на крутому схилі галявини.

У плані пошуку продовжень ходів печер система Червоний Камінь є досить перспективною. Доказом цього може бути дослідження печери Нова. У 1987 р. вона була завдовжки лише 12 м і закінчувалася похилою вузькою, на перший погляд непрохідною, тріщиною. Аж у серпні 1996 р. Олексій Жданович, член спелеосекції "ПАДІОНУ", подолавши цю перешкоду, відкрив третю за довжиною печеру системи. Вона як і Каньйон представлена ходами-розломами, що проходять паралельно