

КІЛЬКІСНА ОЦІНКА ЕНЕРГЕТИКИ ГУМУСУ РІЗНОВІКОВИХ ҐРУНТІВ КРИМСЬКОГО ПІВОСТРОВУ

В статті викладені методологічні аспекти та практичні результати оцінки енергетики гумусу різновікових ґрунтів Кримського півострову. Визначені особливості енергетики гумусу ґрунтів, що формуються на різноманітних ґрунтоутворюючих породах. Встановлено, що процес зміни енергії в гумусі різновікових ґрунтів має логарифмічну природу, та при досягненні 1000-1500-літнього віку стабілізується.

Ключові слова: гумус, енергетика гумусу, енергетичний підхід

Постановка проблеми у загальному вигляді. В формуванні ґрунтової родючості важлива роль припадає гумусу, кількісні та якісні характеристики якого визначають майже всі агрономічно – цінні властивості ґрунту. Багаточисленні дослідження, що проведені в останні роки, свідчать про загальнопланетарне значення гумусу, як колосального геохімічного акумулятора, головного зберігача Сонячної енергії на Земній Кулі. Гумусова оболонка – "гумусосфера" за даними В.А. Ковди, містить $n \cdot 10^{20}$ ккал енергії [1]. Видатний український вчений М.Д. Руденко в своїй роботі "Енергія прогресу" пише: "протягом мільярдів років створювався гумусний шар планети – тонесенька плівка, яка при рівномірному розподілі по материках не перевищила б трьох сантиметрів земного радіусу... Гумусний шар планети – це акумулятор сонячної енергії" [2, с. 58]. Загальний запас гумусу, його вміст у профілі важливі характеристики в дослідженнях і в останні роки з розвитком нового напрямку в ґрунтознавстві – енергетики ґрунтоутворення виявилася плідність енергетичного підходу стосовно питань ґрунтоутворення. Основу нового напрямку складають відомі роботи І.В. Тюріна [3], В.Р. Волобуєва [4], С.А. Алієва [5], в яких розраховані запаси енергії, що акумулювана в ґрунтах ряду генетичних типів, та встановлений закономірний зв'язок між запасами гумусу в ґрунті й відносною величиною енергії біологічного колообігу. Питання біоенергетики та енергетики утворення різновікових ґрунтів, в наш час набувають щораз більшої актуальності, що пов'язано як з необхідністю розробки конкретних заходів щодо формування молодих ґрунтів на відвалах родовищ, так і з конкретними практичними завданнями збереження та відновлення родючості ґрунтів, що відкинуті по віковій шкалі формування назад, тобто порушених, змитих, дефльованих ґрунтів. Питання вивчення енергетики процесу ґрунтоутворення отримали розповсюдження й при вивченні балансових розрахунків співвідношення затрат енергії на процеси гуміфікації

рослинної маси та формування ґрунтового гумусу [6]. Розрахунки енергії в гумусі використовуються як критерій для бонітування ґрунтів та встановлення енергетичної ціни ґрунту [7, 8]. Але не зважаючи на це енергетична складова процесу гумусоутворення та енергетика гумусу в Україні ще вивчені не достатньо, а на території Кримського півострова, такі роботи взагалі не проводилися. Цей факт й визначив **ціль даної роботи:** кількісно оцінити енергетику гумусу в різновікових ґрунтах Кримського півострова.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сформульовані В.Р. Волобуєвим [4] та С.А. Алієвим [5] методичні підходи до вивчення біоенергетики передбачають визначення вмісту гумусу й щільності складення ґрунту для обрахунку запасу енергії в ньому. І.В. Тюрін [3] довів можливість використання об'ємно-вагового методу кількісного визначення вуглецю та окислювальної здатності гумусу для розрахунків запасу енергії в органічних речовинах ґрунту. Для характеристики гумусного стану С.А. Алієв, запропонував проводити розрахунки запасу енергії в гумусі (в млн. ккал/га) по формулі [5]:

$$Q = \frac{(a - b) \cdot 2,675 \cdot K \cdot 10}{n}, \quad (1)$$

де a-b кількість 0,1 н. хромової кислоти, що використана на окислення гумусу (мг); 2,675 – коефіцієнт (кількість 0,1 н розчину хромової кислоти); K – шар ґрунту (м); 10 – коефіцієнт переведення.

Розрахунок запасу енергій в гумусі ми проводили за Д. С. Орловим і Л. А. Грішиною, що має вигляд:

$$Q = 517,2 \cdot \tilde{A} \cdot \tilde{I} \cdot d, \quad (2)$$

де Q – запаси енергії, акумульовані гумусом ґрунту, 106 ккал/га; 517,2 – коефіцієнт переведення в 106 ккал/га; \tilde{A} – вміст гумусу, %; \tilde{I} – шар ґрунту, м; d – щільність будови ґрунту, г/см³ [9].

Для отримання вихідного емпіричного матеріалу використовувалися дані ґрунтово-хронологічних досліджень ґрунтів Кримського

півострова, які включали, насамперед, вивчення квазігрунтових об'єктів, що виникли на залишках різноманітних історико-археологічних пам'яток (стародавніх поселень, оборонних валів, курганів тощо). Дослідницька цінність таких об'єктів полягає в тому, що можна досить надійно археологічними та історичними методами датувати початок формування різновікових ґрунтів. В нашому випадку досліджувалися історико-археологічні пам'ятки, які мали квазігрунтові об'єкти з початком ґрунтоутворення в діапазоні від XIV ст. до Р.Х. до IX ст. після Р.Х. До аналізу були взяті також більш сучасні ґрунтоподібні субстрати, які утворилися в XV-XX ст. на залишках

житлових та господарських будівель, відвалах окопів Кримської та Другої Світової війни, техногенних відвалах гірських порід тощо, що дозволило вивчати рецентні ґрунти на початкових етапах ґрунтоутворення. Вміст гумусу визначали по методу І.В. Тюріна,

Виклад основного матеріалу. Використовуючи наведений методичний підхід ми розраховували запаси енергії, в шарі ґрунту, що сформувався за конкретний вік на різних ґрунтоутворюючих породах. Результати розрахунків для ґрунтів, що утворилися на пухких ґрунтоутворюючих породах (лесоподібні суглинки, глини, піски)представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Запаси енергії в гумусі різновікових ґрунтів, що сформувалися на пухких ґрунтоутворюючих породах

№ пп	Об'єкт	Ґрунтоутворююча порода	Час, роки	Запаси енергії, ГДж/га
1.	Околиці м. Сімферополь відвали,	Лесоподібний суглинок та вапняковий матеріал	10	160
2.	Околиці м. Сімферополь відвали,	Лесоподібний суглинок	20	197
3.	Околиці м. Сімферополь відвали,	Лесоподібний суглинок	57	1226
4.	Окопи 2 Світової війни Перекопський Вал	Лесоподібний суглинок	64	425
5.	Відвал доту Арабатська стрілка	пісок	67	239
6.	Фортеця Ор-Капу Перекопський вал	Лесоподібний суглинок	155	230
7.	Там же	Лесоподібний суглинок	155	1025
8.	Арабатська фортеця пів. стіна	Ґрунтова суміш	155	500
9.	Фортеця Каффа, кріпосна стіна []	Ґрунтова суміш	532	1347
10.	Мис Зюк, Зенонів Херсонес []	Ґрунтова суміш	1300	2080
11.	Гераклій, городище []	Лесоподібний суглинок	1700	4894
12.	Узунларський вал []	Ґрунтова суміш	2000	2366
13.	Акмонайський вал	Ґрунтова суміш	2300	3087

З таблиці видно, що в перші 10-20 років формування ґрунту примітивний профіль ґрунтів, що формуються на пухких ґрунтоутворюючих породах вже накопичує 160-190 ГДж/га енергії, через 60 років запаси енергії збільшуються майже вдвічі від 184 до 425 ГДж/га, та для процесу характерна велика варіабельність даних. Більша енергія серед цієї групи ґрунтів акумулюється в гумусі ґрунтів, що формуються на лесоподібних глинах, тоді як на пісках енергія значно менша 99 та 239 ГДж/га. З віком енергія акумульована в гумусі збільшується. В ґрунтах 150 літнього віку вона дорівнює 500-1025 ГДж/га. За 2000 літню історію формування ґрунтів на пухких ґрунтоутворних породах енергія зростає до 2366-3087 ГДж/га.

В ґрунтах на щільних ґрунтоутворних породах (вапняки, конгломерати, сланці...) (табл.

2) енергія гумусу в шарі ґрунту, що сформувався за 20 років змінюється від 93 ГДж/га на породі, що незаймана процесами ґрунтоутворення до 306 ГДж/га на ґрунті. На окопах 2 Світової війни у ґрунті віком 67 років на делювії глинистих сланців акумульовано енергії гумусу 184-303 ГДж/га. На відвалах аналогічного віку, але на делювії вапняку та мергелю запаси енергії налічують 1075 ГДж/га. Запаси енергії, що накопичується в ґрунтах, що сформувалися протягом 200-300 років дуже різняться, це пояснюється перш за все механічним складом породи на якій утворюються ґрунти. Вже після 500 років ґрунтоутворення запаси енергії досягають дуже високих значень від 2031 до 2968 ГДж/га. В ґрунтах 1000 літнього віку запаси енергії змінюються від 1324 до 3067 ГДж/га.

Таблиця 2

Запаси енергії в гумусі різновікових ґрунтів, що сформувалися на щільних ґрунтоутворюючих породах (вапняки, конгломерати, сланці...)

№ пп	Об'єкт	Ґрунтоутворююча порода	Час, роки	Запаси енергії, ГДж/га
1	Відвали кар'єру біля с. Пролом	Вапнякова крихта	20	306

2	Там же	Вапнякова крихта	20	93
3	Мікензієві гори, окопи	Вапнякова крихта	67	1075
4	Партизанська землянка	Глинисті сланці	67	184
5	Свято-Троїцький монастир	Плита з вапняку	80	265
6	Судакська фортеця, казарми 18 ст.	Стіна з вапняку	200	2737
7	Чуфут-Кале, печерне місто	Стіна з вапняку	300	548
8	Піонерське поселення	Стіна з вапняку	500	2031
9	Фортеця Фуна, []	Стіна з вапняку	500	2237
10	Херсонес, руїни 13 ст.	Стіна з вапняку	600	2703
11	Ескі-Кермен, руїни печерного міста	Стіна з вапняку	700	1052
12	Печерний комплекс Бакла	Стіна з вапняку	1000	1324
13	Там же	Стіна з вапняку	1000	1501
14	Мис Ай-Тодор, руїни монастиря Св. Федора	Стіна з вапняку	1000	885
15	Фортеця Харакс, римська стіна	Стіна з вапняку	1600	2675

Графічно процес накопичення енергії гумусом різновіковими ґрунтами представлений на рис. 1.

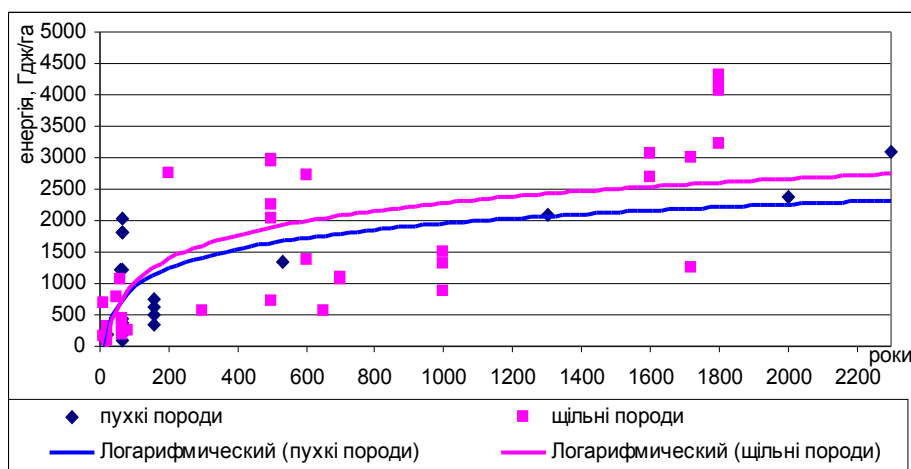


Рис. 1. Зміни енергії в гумусі різновікових ґрунтів.

На графіку (рис. 1), добре видно, що на щільних ґрунтоутворюючих породах енергія, що накопичується в гумусі, має менші значення ніж в ґрунтах, що формуються на пухких породах. Це пояснюється термодинамічними властивостями ґрунтоутворних порід. Але на початкових стадіях ґрунтоутворення процеси протікають паралельно. Зауважимо, що приріст енергії найбільший в перші роки формування ґрунту. З часом процес накопичення енергії

затухає. В ґрунтах віком 1000-1500 років значення енергії в гумусі ґрунтів досягає значень близьких до повнопрофільних голоценових ґрунтів (табл. 2.). Але в малогумусних видах запаси енергії навіть менші ніж в ґрунтах що мають менший вік. Цей факт можна пояснити, перш за все низьким вмістом гумусу та переважанням процесів мінералізації гумусу, що супроводжується втратами енергії при мінералізації [].

Таблиця 2

Запаси енергії в гумусі метрового шару повнопрофільних ґрунтів (щільність складення 1,2 г/см³).

Ґрунти	Гумус, %	Запаси енергії, ГДж/га
Каштанові, солонцюваті, Джанкойський р-н, на лесоподібних суглинках []	3,78	2346
Каштанові, Красноперекопський р-н, на лесоподібних суглинках []	4,01	2487
Малогумусний чорнозем, на карб. суглинках, Красногвардійський рн []	1,50	932
Чорнозем малогумусний на червоно-бурих глинах пліоцену []	4,22	2622
Малогумусний чорнозем на червоно-бурих глинах, Чорноморський р-н, []	1,54	958

В роботах по рекультиватії відвалів відмічається, що різні ґрунтоутворні породи мають високі темпи акумуляції енергії та гуміфікації.

Так В.О. Забалуєв відмічає, що процеси гуміфікації та акумуляції енергії органічною речовиною в гірських породах відбуваються значно

інтенсивніше ніж в зональному ґрунті []. Це підтверджує можливість використання термодинамічних та енергетичних характеристик різновікових ґрунтів для аналізу процесів формування молодих ґрунтів на різних ґрунтоутворюючих породах та прогнозу їх станів в майбутньому.

Висновки. Енергетичний підхід до питання кількісної оцінки акумульованої гумусом ґрунтів енергії дозволяє кількісно визначити енергетичну цінність сформованого різновіковими ґрунтами гумусу, визначити темпи аку-

муляції енергії в гумусі, та прогнозувати процеси кількісно та якісного відновлення ґрунтів на рекультивованих ділянках. При формуванні ґрунту на щільних ґрунтоутворюючих породах енергія, що накопичується в гумусі, має менші значення ніж в ґрунтах, що формуються на пухких породах. З часом процес накопичення енергії затухає. Енергія в гумусі ґрунтів набуває значень близьких до повнопрофільних голоценових ґрунтів, вже через 1000-1500 років їх функціонування.

Література:

1. Алиев С.А. Методы определения биоэнергетических балансов органического вещества почв/ С.А. Алиев // Почвоведение, 1975, № 4. – С 27-32.
2. Бедернічек Т.Ю. Енергетична ціна антропогенної трансформації лісових екосистем на основі оцінки змін вмісту карбону органічних сполук в едафотопі./ Т.Ю. Бедернічек // Наукові доповіді НАУ, 2008–3 (11), с. 11-16.
3. Волобуев В.Р. Энергетика почвообразования// В.Р. Волобуев / Изв. АН СССР. – Сер. биолог.- 1959.- №1.- С.45–54.
4. Забалуев В.О. Енергетичні і термодинамічні характеристики гірських порід як показника їх здатності до ґрунтоутворення / В.О. Забалуев // Екологія і природокористування – 2003 – випуск 6 – С. 92 – 95.
5. Ковда В.А. Почвенный покров, его улучшение, использование и охрана./ В.А. Ковда – М.: Наука, 1981, 1981. – С. 5 – 15.
6. Козин В. К. Запас энергии в гумусе как критерий для бонитировки почв/ В.К. Козин // Почвоведение , 1990, №3. – С. 153-155.
7. Лисецкий Ф.Н. Развитие почв Крымского полуострова в позднем голоцене / Ф.Н. Лисецкий, Е.И. Ергина // Почвоведение. 2010. № 6. С. 643-657.
8. Орлов О. Енергоемність гумусу як критерій гумусового стану ґрунтів / О. Орлов // Вісник Львівського Ун-ту. Серія біологічна.- 2002. Вип.31. С. 111-115.
9. Половицкий И.Я. Почвы Крыма и повышение их плодородия./ И.Я. Половицкий, П.Г. Гусев. - Симферополь: Таврия,
10. Руденко М. Д. Енергія прогресу (Нариси з фізичної економії)/М.Д. Руденко – Тернопіль. В-во “Джура”, 2004. – 359 с.
11. Тюрин И.В. Органическое вещество почвы и его роль в плодородии./ И.В. Тюрин – М. 1937. – 231с.

Резюме:

Ергина Е.И. КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ЭНЕРГЕТИКИ ГУМУСА РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ПОЧВ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА.

В статье изложены методологические аспекты и практические результаты оценки энергетики гумуса разновозрастных почв Крымского полуострова. Определены особенности энергетики гумуса почв, формирующихся на различных почвообразующих породах. Установлено, что процесс изменения энергии в гумусе разновозрастных почв имеет логарифмическую природу, и при достижении 1000-1500-летнего возраста стабилизируется.

Ключевые слова: гумус, энергетика гумуса, энергетический поход

Summary:

Yergina E.I. QUANTIFYING ENERGY HUMUS SOILS OF DIFFERENT AGES OF THE CRIMEAN PENINSULA.

In this article the methodological aspects and the practical results of the evaluation of energy uneven soil humus Crimean peninsula are written. The peculiarities of energy humus soils formed in various soils formation rocks. Determined that the process of change of energy in the humus soil is uneven logarithmic nature, and is stabilizer when reaches 1000-1500-elderly.

For the original empirical data used soil chronological studies of soils of the Crimean peninsula, which included, first of all, the study soil objects have to the balances of various historical and archaeological monuments (ancient settlements, defensive walls, mounds, etc.). The research value of such objects is that you can pretty safely archaeological and historical methods to date the beginning of the formation of uneven ground. In our case, studied historical and archaeological sites that have soil items from the beginning of soil formation in the range of the fourteenth century. BC to IX. AD The analysis was taken as more modern soil substrates that are formed in the fifteenth and twentieth centuries. on the balance of residential and commercial buildings, and dumps the Crimean trenches of World War II, man-made rock dumps, etc., which allowed study of soils in the initial stages of soil formation.

Keywords: humus, energy humus, the energy approach.