

ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ ЗНИЖЕННЯ СЕКВЕСТРАЦІЇ ВУГЛЕЦЮ В ҐРУНТАХ ЗОНИ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

**А. С. КОБЕЦЬ, доктор державного управління,
М. М. ХАРИТОНОВ, доктор сільськогосподарських наук,
Ю. І. ГРИЦАН, доктор біологічних наук,
Л. І. КАТАН, доктор економічних наук
Дніпропетровський державний аграрно-економічний
університет**

Екологічні ризики зниження секвестрації вуглецю в ґрунтах зони Північного Степу України.

Менший вміст гумусу на орних схилах обумовлений умовами формування ґрунтів, впливом процесів ерозії і антропогенних факторів. Значний вплив на генезис на схилових ґрунтах цілинної балки чинить рослинність, яка веде “перекачку” головних біофільних і інших поглинутих елементів. Її масштаби залежать від інтенсивності і ємності біологічного кругообігу, характеру локалізації активних вбирних коренів в ґрунті і локалізації опаду відмираючих рослин. Порівняння запасів гумусу на цілинних ґрунтах з запасами на оранці свідчить про інтенсивну дегуміфікацію в умовах оранки. В зв’язку з відчуженням біомаси з врожаєм, а також внаслідок малої долі багаторічних трав у сівозмінах характер біологічного кругообігу речовин на оранці призводить до некомпенсованого стану гумусового режиму.

Ландшафт, схили, ерозія, ґрунти, обробіток, дегуміфікація

Дегуміфікація земель і, як наслідок, підвищена емісія вуглекислого газу – агента парникового ефекту – є істотними причинами зміни режимів метеорологічних умов. При цьому включається інший руйнівний механізм деградації земель – опустелення. У просторовому контексті опустелення можна розглядати як фронтальне явище, яке полягає у збільшенні площі збіднених екосистем. Опустелення – це прояв ефектів зниження біорізноманіття, фітомаси та оцінки характеру впливу едафічних факторів на первинну продуктивність екосистем, сформованих в умовах агроландшафтів [1].

Розміри накопичення гумусу в чорноземних ґрунтах визначаються не одним яким-небудь фактором (рослинність, діяльність мікроорганізмів, гідротермічним режимом, фізичними і фізико-хімічними

властивостями), а сполученням факторів і умов ґрунтового середовища [1, 2].

Ерозія земель призводить до значних втрат родючого шару ґрунту та врожаю сільськогосподарських культур. Розмір втрат, внаслідок неотримання врожаю на еродованих землях, становить щорічно близько однієї третини від сільськогосподарського валового продукту. Це означає, що за кожен долар створеної доданої вартості, третина втрачається в результаті ерозії. Необхідно враховувати декілька ключових фактів [3]:

а) майже половина (19 млн. га) орних земель знаходиться в степовій зоні України;

б) до 60 % сільськогосподарських угідь в країні перебуває у власності сільськогосподарських підприємств, більше половини з яких розташовані в степовій зоні;

в) майже 45 % пшениці, 15 % кукурудзи і 47 % соняшнику вирощується у степовій зоні;

г) у степовій зоні є ґрунти найбільш схильні до ерозії і втрати родючості, які є найбільш чутливими до негативних наслідків зміни клімату.

Ерозія призводить не тільки до зниження родючості ґрунтів і врожайності сільськогосподарських культур, але і до замулення річок та водойм.

За прогнозними оцінками в Україні під впливом ерозії і наступними роками будуть перебувати майже 15 млн. га [3]. Посилення ерозії пов'язане із суттєвим зниженням застосування мінеральних і органічних добрив, що стало причиною різкого зниження в ґрунті вмісту гумусу.

Порівняння сучасного клімату з минулим (близько 100 років тому) свідчить на те, що територія України стала посушливою внаслідок діяльності людини. Вітрова ерозія стала широко поширеною навіть в тих районах, які раніше не були схильними до прояву цього фактору. За останні 40 років, згідно даних метеорологічної статистики, встановлено, що частота пилових бур становить 3-5 в рік у степовій зоні, з середньою тривалістю 8-17 год [4]. Зародження пилових бур в умовах України зазвичай починається за швидкості вітру 20 м/сек і більше. Треба враховувати, що чорноземні ґрунти найбільш схильні до вітрової ерозії. Під час пилових бур вони можуть втратити до 70 тон ґрунту в розрахунку на гектар за годину. На основі цієї статистики може бути визнано, що пилова буря 23 березня 2007 року не була незвичайною для степової зони України. Вона була зафіксована з космосу завдяки методам ДЗЗ над територією Каховського водосховища. Площа пилової хмари склала 20000км². Наявність трьох факторів (посушливі умови на протязі 2 тижнів, швидкість вітру 20

м/сек і відсутність рослинного покриву) призвели до формування хмари з частинок чорноземного ґрунту.

Процеси водної ерозії, руйнуючи ґрунти, насамперед впливають на забезпеченість ґрунтів органічною речовиною. Так, вміст гумусу в слабоеродованих чорноземах зменшується на 5-10 %, середньоеродованих – на 25-30 % і сильноеродованих на 35-40 % порівняно з повнопрофільними. В таких ґрунтах у складі гумусу орного шару міститься відносно більша частка фульвокислот і менша – гумінових, знижується його біогенність, що погіршує умови росту і розвитку сільськогосподарських культур, а продуктивність еродованих ґрунтів знижується на 10-40 % залежно від ступеня еродованості.

У зв'язку зі значним розвитком ерозійних процесів в зоні розповсюдження звичайних чорноземів режим накопичення гумусу порушений. В результаті навіть слабого змиву звичайних чорноземів втрачається від 0,5 до 2 % гумусу [5].

Мета досліджень – визначити різницю вмісту та запасів гумусу в орних та цілинних ґрунтах у масштабі: район – сільський населений пункт – агроландшафт на прикладі Дніпропетровської області.

Матеріал і методика досліджень. На першому етапі наші дослідження були пов'язані з визначенням вмісту і розрахунками запасів гумусу в ґрунтах різних районів Дніпропетровської області.

Вивчення родючості генетичних горизонтів схилувих ґрунтів в зоні поширення звичайних чорноземів проводили на екологічному полігоні ДДАЕУ (орні землі) і схилах цілинної балки в Дніпропетровському районі, село Олександрівка.

Екологічний полігон має площу 14 га і пересічений трьома балками. Одна з них глибиною 30 м і крутизною $> 7^\circ$, дві інші крутизною до 3° . Дослідження проводили на плакорі (повнопрофільний звичайний чорнозем), схилі північної експозиції (слабозмитий ґрунт), схилі південної експозиції (середньозмитий ґрунт).

Цілинна балка, розташована неподалік від полігону, має крутизну схилів північної і південної експозицій $25-30^\circ$, добре розвинену рослинність і ґрунти, які різняться за морфологією, від орних. Схилуві ґрунти балки мають намитий горизонт: на схилі північної експозиції – 50 см, на схилі південної експозиції – 40 см, а далі іде профіль в першому випадку слабозмитих ґрунтів, в другому – середньозмитих. Ґрунтові зразки відбирали через кожні 10 см до глибини 100 см.

Результати досліджень та їх обговорення. Вміст гумусу знаходиться у прямій залежності від потужності гумусового горизонту. Одночасно зі зміною потужності гумусового горизонту і вмісту в ньому гумусу під впливом змиву різко змінюються його запаси. Здатність органічної речовини викликати глибокі і всебічні зміни в складі і властивостях ґрунту і порівняно стійко зберігати їх в часі дає підставу розглядати його валові запаси, як найбільш важливий оцінний критерій

для визначення потенційної родючості ґрунтів. Так, середні запаси гумусу по області в орному шарі повнопрофільних звичайних чорноземів складають 120 т/га з коливанням від 101 до 130 т/га. Під впливом змиву ці запаси значно знижуються, досягаючи в середньо- і слабозмитих ґрунтах 89 т/га (73-100 т/га) (табл. 1).

1. Запаси гумусу в орному шарі повнопрофільних і змитих ґрунтах Дніпропетровської області (т/га)

| Ґрунт | Васильківський р-н | Новомосковський р-н | Магдалинський р-н | Софіївський р-н | П'ятихатський р-н | Синельниківський р-н | Середнє по області |
|------------------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
| Чорнозем звичайний | <u>130</u> 113-134 | <u>106</u> 96-110 | <u>130</u> 103-134 | <u>115</u> 98-134 | <u>120</u> 101-139 | <u>120</u> 98-132 | <u>120</u> 101-130 |
| малогумусний повнопрофільний | | | | | | | |
| Слабоеродований ґрунт | <u>106</u> 91-118 | <u>86</u> 86-89 | <u>110</u> 98-112 | <u>94</u> 77-103 | <u>101</u> 79-120 | <u>101</u> 79-120 | <u>99</u> 85-111 |
| Середньо і сильно-еродований ґрунт | <u>101</u> 79-104 | <u>70</u> 58-96 | <u>89</u> 60-100 | <u>86</u> 70-96 | <u>94</u> 86-96 | <u>94</u> 86-100 | <u>89</u> 73-100 |

Таким чином, просліджується чітка залежність: чим більше змиті ґрунти, тим менше в них вміст і запаси гумусу. За нашими дослідженнями у повнопрофільному звичайному малогумусному середньопотужному чорноземі (Дніпропетровський р-н) в шарі 0-10 см вміст гумусу становив 4,25 %, 10-20 см – 4,05 %, 20-30 см – 3,9 %, знижуючись на глибині 70-80 см до 1,4 %, а 90-100 см – 0,6 %. В той час, як в слабозмитому ґрунті ці показники були відповідно 3,26; 2,9; 2,8; 0,7 і 0,5 %; в середньо змитому – 2,0; 1,9; 1,8; 0,2 і 0,1 % (табл. 2).

Запаси гумусу в шарі 0-100 см під впливом змиву зменшувались з 292,1 т/га (повнопрофільний звичайний чорнозем), 211,1 т/га (слабозмитий ґрунт) і 124,6 т/га (середньозмитий). Чітке зниження запасів гумусу спостерігається і в орному шарі (0-30 см): від 146,6 т/га до 107,4 і 68,4 т/га, що складає 36 % і 2,1 рази.

2. Вміст і запаси гумусу в орних ґрунтах плакору і схилів

| Шар ґрунту, см | Чорнозем звич. повнопрофільний | | | Слабозмитий ґрунт | | | Середньозмитий ґрунт | | |
|----------------|--------------------------------|------|------|-------------------|------|------|----------------------|------|------|
| | % | т/га | С, % | % | Т/га | С, % | % | т/га | С, % |
| 0-10 | 4,25 | 51,0 | 2,50 | 3,26 | 39,0 | 1,90 | 2,00 | 24,0 | 1,18 |
| 10-20 | 4,05 | 48,6 | 2,38 | 2,90 | 34,8 | 1,71 | 1,90 | 22,8 | 1,11 |
| 20-30 | 3,90 | 46,8 | 2,29 | 2,80 | 33,6 | 1,65 | 1,80 | 21,6 | 1,06 |
| 30-40 | 2,90 | 34,8 | 1,79 | 2,70 | 32,4 | 1,59 | 1,90 | 22,8 | 1,11 |

| | | | | | | | | | |
|--------|------|-------|------|------|-------|------|------|-------|------|
| 40-50 | 2,20 | 26,4 | 1,29 | 1,50 | 18,0 | 0,88 | 1,10 | 13,2 | 0,65 |
| 50-60 | 2,00 | 26,0 | 1,18 | 1,20 | 15,6 | 0,71 | 0,60 | 7,2 | 0,35 |
| 60-70 | 1,90 | 24,7 | 1,12 | 0,90 | 11,7 | 0,53 | 0,50 | 6,5 | 0,29 |
| 70-80 | 1,40 | 18,2 | 0,82 | 0,70 | 9,1 | 0,41 | 0,20 | 2,6 | 0,12 |
| 80-90 | 0,60 | 7,8 | 0,35 | 0,80 | 10,4 | 0,47 | 0,20 | 2,6 | 0,12 |
| 90-100 | 0,60 | 7,8 | 0,35 | 0,50 | 6,5 | 0,29 | 0,10 | 1,3 | 0,06 |
| 0-100 | | 292,1 | | | 211,1 | | | 124,6 | |

Ці дані із зниження вмісту і запасів гумусу відображають зв'язок його з елементами рельєфу, а також різницю в сонячній і тепловій радіації.

Різниця в тепловому і водному режимах на схилах різної експозиції позначається як на продукуванні біомаси, так і на мікробіологічних процесах, наслідком чого є різні швидкості накопичення, мінералізації і гуміфікації органічної речовини.

В наших дослідженнях в результаті значного прояву водної ерозії на схилі південної експозиції формуються ґрунти з меншим вмістом гумусу та вкороченим гумусовим профілем. На схилах північної експозиції, де ерозійні процеси менш виражені, потужність гумусованого профілю і вміст гумусу більший, ніж на схилах південної експозиції на 40 %, але порівнянно з плакорними ґрунтами вміст гумусу знижується на 20 % (схил північної експозиції) і у 2 рази (схил південної експозиції).

Аналіз гумусового стану орних ґрунтів екологічного полігону показав, що схил північної експозиції містить гумусу на 0,4 (шар 90-100 см) – 1,2 % (шар 0-10 см) більше ніж схил південної експозиції і на 0,1 – 1 % менше ніж повнопрофільний чорнозем (плакор). Дослідження орних ґрунтів екологічного полігону з використанням профілів показало, що на схилі південної експозиції спостерігається істотне зниження вмісту гумусу (2,0 %) відносно ґрунтів плакора (4,25 %). Це пояснюється не тільки впливом водної ерозії, але і його гідротермічними умовами. Під час дослідження цілинних ґрунтів дослідного поля ДДАЕ, розташованого на території балки “Бублікова”, було виявлено, що на схилі північної експозиції сформувались намиті ґрунти з потужністю гумусового горизонту 50 см. Найбільша різниця спостерігається між схилом північної експозиції і плакором (табл. 3).

3. Вміст гумусу і вуглецю в цілинних ґрунтах балки

| Елемент рельєфу | Шар, см | | | | | | | | | |
|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | 0-10 | 10-20 | 20-30 | 30-40 | 40-50 | 50-60 | 60-70 | 70-80 | 80-90 | 90-100 |
| Плакор | <u>,15</u> 3,00 | <u>,05</u> 2,35 | <u>,27</u> 1,90 | <u>,72</u> 1,58 | <u>,26</u> 1,31 | <u>,52</u> 1,47 | <u>,86</u> 1,08 | <u>,87</u> 1,09 | <u>,37</u> 0,80 | <u>,97</u> 0,55 |

| | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Схил північної експозиції | <u>,85</u> 4,56 | <u>,68</u> 3,88 | <u>,30</u> 3,08 | <u>,30</u> 3,08 | <u>,15</u> 1,83 | <u>,05</u> 1,77 | <u>,93</u> 1,70 | <u>,52</u> 1,46 | <u>,26</u> 1,31 | <u>,05</u> 1,19 |
| Схил південної експозиції | <u>,20</u> 4,19 | <u>,35</u> 3,69 | <u>,98</u> 2,90 | <u>,55</u> 2,65 | <u>,10</u> 1,80 | <u>,98</u> 1,73 | <u>,52</u> 1,47 | <u>,35</u> 1,37 | <u>,07</u> 1,20 | <u>,83</u> 1,06 |

Примітка: в чисельнику – гумус, %, в знаменнику – вуглець, %

Так, на схилі північної експозиції вміст гумусу складав 7,85 % (шар 0-10 см), на схилі південної експозиції – 7,2 %, а на плакорі – 5,15 %. У більш глибоких шарах (10-20,20-30,30-40 тощо) вміст гумусу зменшується, але навіть на глибині 100 см він достатньо високий і становив відповідно 2,05 – 1,83 – 0,97 %. Цілинні ґрунти мають значні запаси гумусу (табл. 4).

4. Запаси гумусу в цілинних ґрунтах балки

| Елемент рельєфу | Шар, см | | | | | | | | | | |
|---------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| | 0-10 | 10-20 | 20-30 | 30-40 | 40-50 | 50-60 | 60-70 | 70-80 | 80-90 | 90-100 | 0-100 |
| Плакор | 61,8 | 48,6 | 39,2 | 32,6 | 27,1 | 32,2 | 24,2 | 24,3 | 17,8 | 12,4 | 320,2 |
| Схил північної експозиції | 94,2 | 80,2 | 63,6 | 63,6 | 37,8 | 39,6 | 38,1 | 32,8 | 29,4 | 26,7 | 506,2 |
| Схил південної експозиції | 86,4 | 76,2 | 59,8 | 54,6 | 40,3 | 38,7 | 32,8 | 30,6 | 26,9 | 23,8 | 470,1 |

Як видно з таблиці 4, максимальний запас гумусу відмічено на схилі північної експозиції 506,2 т/га. Його величина на 8 % вища, ніж на схилі південної експозиції і на 37 % ніж на плакорі. Порівнюючи дані про розподіл гумусу в метровому шарі ґрунту бачимо, що процес дегуміфікації охоплює не тільки орний шар. Дегуміфікація ґрунтів відбувається під впливом двох процесів: мінералізації гумусу і ерозії. Однак процеси, які призводять до дегуміфікації ґрунтів на різних елементах рельєфу різні. Якщо на вододілах, де ерозія практично відсутня, зменшення вмісту гумусу відбувається виключно за рахунок мінералізації, то на схилах їх дегуміфікація обумовлена як мінералізацією гумусу, так і ерозією. На оранці порівняно з цілиною різко зменшується кількість органічних залишків.

Застосування технологій біологічної консервації земель призводить до підвищення вмісту вуглецю в ґрунті. У цьому разі викиди CO₂ скорочуються через дуже низький ступінь порушення родючого шару ґрунту завдяки застосуванню нульового або мінімального обробітку та утворення мульчуючого шару. Збільшення вмісту гумусу в ґрунті за використання технологій No-till і мінімального обробітку сприяє підвищенню секвестрації вуглецю. Польові дослідження за напрямом природного землеробства, проведені в агрофірмах «Агросоюз»,

«Степова» та деяких фермерських господарствах Дніпропетровській області, показали позитивний результат під час використання технологій No-till і мінімального обробітку ґрунтів. Для відображення економічного ефекту від природного землеробства науковцями ДДАЕУ був розрахований бізнес-план вирощування «органічних» зернових та бобових культур на 30 га земельної площі агрокорпорації «Степова». Природне агровиробництво є єдиним серед широкого спектра методів господарювання, що не завдає шкоди довкіллю. Системи природного агровиробництва базуються на специфічних і точних вимогах до процесу виробництва, спрямованого на підтримку оптимального стану екосистеми на соціальному, екологічному та економічному рівнях.

Висновки

1. Зональні системи землеробства базуються на обліку багаторічного середньорічного потенціалу і середньозваженого бонітету ґрунтів. Нестійкість степовому землеробству надає зміна в широких межах природних умов, рельєфу і строкатість ґрунтового покриву.

2. Менший вміст гумусу на орних схилах обумовлений умовами формування ґрунтів, впливом процесів ерозії і антропогенних факторів. Значний вплив на генезис на схилових ґрунтах цілинної балки чинить рослинність, яка веде “перекачку” головних біофільних і інших поглинених елементів. Її масштаби залежать від інтенсивності і ємності біологічного кругообігу, характеру локалізації активних вбирних коренів у ґрунті і локалізації опаду відмираючих рослин.

3. Порівняння запасів гумусу на цілинних ґрунтах із запасами на оранці свідчить на інтенсивну дегуміфікацію в умовах оранки. В зв'язку з відчуженням біомаси з врожаєм, а також в наслідок малої доли багаторічних трав у сівозмінах, характер біологічного кругообігу речовин на оранці призводить до некомпенсованого стану гумусового режиму.

Список літератури

1. Демидов А. А. Пространственная агроэкология и рекультивация земель: монография/ [А. А. Демидов, А. С. Кобец, Ю. И. Грицан, А. В. Жуков] // – Днепропетровск: Изд-во «Свидлер А.Л.», 2013. – 560 с.

2. Гедройц К. К. Сравнительное плодородие различных почвенных горизонтов. / К. К. Гедройц // Изб. Соч. – т.3, – Изд. АН СССР, 1955. – С. 50-65.

3. Feleccia T. Ukraine: Soil fertility to strengthen climate resilience preliminary assessment of the potential benefits of conservation agriculture. / Turi Fileccia et al. // Food and Agriculture Organization of the United Nations. – Rome, 2014. – 96 p.

4. Birmille W. A case of extreme particulate matter concentrations over Central Europe caused by dust emitted over the southern Ukraine. / W. Birmili et al. // Atmos. Chem. Phys. – 2008. – V.8. – P. 997–1016.

5. Багорка М. О. Особливості ґрунтоутворюючого процесу на порушених і малопродуктивних схилових землях Степу України / [М. О. Багорка, О. О. Мицик, В. Т. Пашова, М. М. Харитонов] // Наукові праці Полтавської державної аграрної академії. – 2005. – Том 4 (23). – С. 159–167.

Меньшее содержание гумуса на пахотных склонах обусловлено условиями формирования почв, влиянием процессов эрозии и антропогенных факторов. Значительное влияние на генезис склоновых почв целинной балки оказывает растительность, которая ведет “перекачку” главных биофильных и других поглощенных элементов. Ее масштабы зависят от интенсивности и емкости биологического круговорота, характер локализации активных поглощающих корней в почве и локализации детрита отмирающих растений. Сравнение запасов гумуса в целинных почвах с запасами на пахоте свидетельствует об интенсивной дегумификации в условиях пахоты. В связи с отчуждением биомассы с урожаем, а также вследствие малой доли многолетних трав в севооборотах, характер биологического круговорота веществ на вспашке приводит к некомпенсированному состоянию гумусного режима.

Ландшафт, склоны, эрозия, почвы, возделывание, дегумификация

Smaller content of humus in arable slopes caused with the conditions of formation of soils, the influence of erosion and anthropogenic factors. A significant influence on the eroded soil genesis of the virgin ravine has vegetation that is “pumping” the main biological and absorbed other elements. Its rate depends on the intensity and capacity of the biological cycle, the nature of the localization of active accumulative roots in the soil and the localization of the litter dying plants. Comparison of humus reserves in virgin lands from stockpiles plowing indicates intensive humus formation in terms of plowing. In connection with the disposal of the biomass harvest, and also in consequence of a small proportion of perennial grasses in crop rotation is the nature of the biological cycle of substances on plowing leads to uncompensated state humus regime.

Landscape, slopes, erosion, soil, tillage, humus destroying