

# І. ЛІСОВЕ ТА САДОВО-ПАРКОВЕ ГОСПОДАРСТВО

УДК 630\*[114+221]

## ЗМІНИ ҐРУНТОЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЛІСІВ ПЕРЕДКАРПАТТЯ ПІД ВПЛИВОМ ВИБІРКОВИХ І СУЦІЛЬНИХ РУБАНЬ

*В.С. Олійник<sup>1</sup>, О.М. Ткачук<sup>2</sup>*

Наведено показники чисельності підросту до і після проведення вибіркових і суцільних рубань, його пошкодження і знищення. Охарактеризовано площу і глибину здирання ґрунту під час лісосічних робіт. Зазначено об'єми лісоексплуатаційної ерозії ґрунту залежно від ступеня його пошкодження, особливо на мережі тракторних волоків. Проаналізовано зміни водопроникності ґрунту під впливом трелювання деревини. Оцінено лісівничу результативність різних способів рубання. Запропоновано класифікацію ділянок зрубів щодо ймовірності розвитку на них поверхневого стоку води та ерозійних процесів.

**Ключові слова:** підріст, ґрунт, вибіркові рубання, суцільні рубання, трелювання деревини, ерозія, водопроникність, стік води.

**Актуальність питання.** За темпами ерозії ґрунтів Карпатський регіон займає перше місце в Україні. Нею охоплено майже 15 % його площі. Основний бар'єр для її розвитку – лісовий покрив. Однак тут на ґрунтозахисні властивості лісу вкрай негативно впливають два чинники: 1) довготривала антропогенна трансформація лісових угідь у польові із постійним розвитком водної ерозії на них і зниженням урожайності; 2) проведення рубань лісу із порушенням лісівничих вимог, що призводить до лісоексплуатаційної ерозії та зниження продуктивності наступних поколінь лісу. В обох випадках також погіршується гідрологічний режим території і санітарний стан водних ресурсів. Для гірських умов Карпат ці процеси висвітлено у працях [5, 6, 8, 9]. Для невід'ємної частини Карпат – Передкарпатської височини – у літературі наведено тільки деякі закономірності розвитку еродованості сільськогосподарських угідь під впливом зниження лісистості території [7], а питання зміни ґрунтозахисних властивостей лісу внаслідок його рубань залишається поза увагою дослідників. Для цієї частини Карпатського регіону воно досить актуальне, оскільки тут мало застосовують природоошадні вибіркові і поступові рубання, а 90 % лісосічного фонду освоюється суцільно лісосічним рубанням із тотальним використанням тракторів на трелюванні деревини. Зазвичай ці способи лісоексплуатації найбільш негативно впливають на лісове середовище, особливо на збереженість підросту й ґрунту, та сприяють розвитку ерозії.

**Мета роботи** – кількісна оцінка шкідливих процесів на ділянках вибіркових і суцільних рубань, проведення класифікації ґрунтових пошкоджень за ступенем їх погіршення та визначення шляхів їх мінімізації.

**Об'єкти та методика досліджень.** Дослідження проведено у 2014-2015 рр. в Середньому Передкарпатті на 12 ділянках вибіркових і суцільних рубань лісу у Богородчанському, Солотвинському і Росільнянському лісництвах ДП "Солотвинське лісове господарство" та Майданському та Луквицькому лісництвах Прикарпатського військового лісгоспу у висотному діапазоні 330-410 м н.р.м. Ґрунти буроземно-опідзолені оглеєні. Схили пологі, крутизною 1-5°, зрідка до 10°. Домінуючий тип лісу – вологі ялицеві судіброви, меншою мірою – вологі дубові суяличини, вологі буково-ялинові суяличини і сирі ялинові суяличини. Насадження як корінного, так і похідного походження. Рубання представлені вибірковими і суцільними санітарними видами та суцільно лісосічним способом. У табл. 1 наведено лісівничі характеристики відведених лісосік, згрупованих у дві категорії – вибіркових і суцільних із середніми площами, відповідно, 2,2 і 2,3 га. У першому випадку для трелювання використано колісні трактори, у другому – гусеничні.

**Табл. 1. Характеристика об'єктів обстеження**

№ об'єкту обстеження	Лісництво, квартал, виділ	Тип лісу	Склад насадження	Вік, роки	Запас деревини, м <sup>3</sup> ·га <sup>-1</sup>	Площа лісосіки, га
Вибіркові санітарні рубання						
1	Богородчанське; 17; 3	С <sub>3</sub> ЯцД	7Дч2Сз1Ял	45	220	1,4
2	Богородчанське; 3; 22	С <sub>3</sub> ЯцД	7Ял3Дз	49	230	0,8
3	Богородчанське; 8; 14	С <sub>3</sub> ЯцД	7Дз2Дч1Лп	58	119	5,0
4	Богородчанське; 11; 16	С <sub>3</sub> ЯцД	7Лп1Вч2Дз	77	250	3,6
5	Богородчанське; 15; 46	С <sub>3</sub> ЯцД	5Дз5Ял	52	240	1,0
6	Майданське; 6; 13	С <sub>3</sub> ДЯц	9Яц1Гз	95	470	1,3
Суцільні рубання (санітарні – № 8, 12; лісосічні – № 7, 9-11)						
7	Луквицьке; 28; 17	С <sub>3</sub> ДЯц	9Яц1Дз	105	350	1,8
8	Солотвинське; 3; 18	С <sub>3</sub> ЯцД	7Дч2Сз1Ял	89	247	0,6
9	Росільнянське; 10; 2	С <sub>4</sub> ЯлЯц	6Бп4Ос	71	207	2,6
10	Росільнянське; 11; 9	С <sub>3</sub> БкЯлЯц	4Бп3Ос2Бк1Г	81	156	4,6
11	Росільнянське; 8; 9	С <sub>4</sub> ЯлЯц	7Сз1Ял2Бп	82	233	1,2
12	Богородчанське; 17; 26	С <sub>3</sub> ЯцД	8Ял1Дз1Бп	48	385	2,9

Об'єм чисельності збереженого і пошкодженого підросту проведено загальноприйнятним методом на ділянках 4 м<sup>2</sup>, які закладали через кожні 4 м у верхній, середній та нижній частині схилів до і після рубань. Мінімальна їх кількість 25 шт. На цих ділянках одночасно визначали частки (у %) збереженої і здертої підстилки та пошкоджень ґрунту за 5-сантиметровою градацією глибини. Окрім цього, вимірювали ширину, довжину і глибину тракторних волоків. За показниками глибини і площі пошкоджень ґрунту розраховували обсяги його лісоексплуатаційної ерозії. На ділянках зрубів, не зачеплених лісосічними роботами і різного ступеня пошкодження визначено водопроникність верхнього 5-сантиметрового шару ґрунту методом трубок із змінним напором води за Качинським [1] у 15-разовій повторності. Згідно зі статистичними вимогами [4] така кількість лісосік та проведених на них обліків і дослідів забезпечувала дос-

<sup>1</sup> проф. В.С. Олійник, д-р с.-г. наук – Прикарпатський НУ ім. Василя Стефаника, м. Івано-Франківськ;

<sup>2</sup> асист. О.М. Ткачук – Прикарпатський НУ ім. Василя Стефаника, м. Івано-Франківськ

татню достовірність результатів. Так, частка від ділення середніх показників на їх основну помилку змінювалася у межах 3,1-108 за потрібної величини  $\geq 3$ .

**Результати та їх обговорення.** У табл. 2 наведено показники збереження і пошкодження компонентів лісового середовища на досліджуваних лісосіках та зрубках. Із її даних випливає очевидна перевага у цьому плані вибіркового рубань перед суцільними. Зокрема, частка пошкодження підросту і ґрунту у першому випадку пересічно у два рази менша, ніж у другому, а об'єми лісоексплуатаційної ерозії відповідно менші майже у п'ять разів. Еколого-лісівничі аспекти цих процесів такі.

Під час проведення рубань лісу досить актуальним є збереження попереднього підросту господарсько-цінних порід, від якого залежить успішність природного відновлення зрубів, запобігання на них ерозійних процесів і формування корінних лісостанів.

**Табл. 2. Пошкодження підросту і ґрунту та об'єми лісоексплуатаційної ерозії на лісосіках вибіркового і суцільного рубання лісу**

Характеристика	Ділянки рубання		Показник суцільних рубань до вибіркового, %
	вибіркового	суцільного	
Середня площа лісосіки, га	2,2 <sup>±0,70</sup>	2,3 <sup>±0,56</sup>	104
<b>Показники пошкодження і збереження підросту</b>			
Кількість підросту, тис. шт. га <sup>-1</sup>			
– до рубання	11,5 <sup>±2,05</sup>	11,2 <sup>±2,12</sup>	97
– знищеного у процесі рубання	1,8 <sup>±0,43</sup>	4,0 <sup>±0,70</sup>	222
– пошкодженого під час рубання	1,4 <sup>±0,34</sup>	2,6 <sup>±0,58</sup>	186
– непошкодженого рубанням	8,3 <sup>±1,63</sup>	4,7 <sup>±0,69</sup>	57
Частка збереженого підросту, %			
– всього	85 <sup>±2,51</sup>	65 <sup>±2,34</sup>	77
– зокрема з пошкодженням	15 <sup>±2,60</sup>	33 <sup>±2,66</sup>	220
<b>Показники пошкодження і збереження ґрунту</b>			
Частка збереженого ґрунту, %			
– всього	95 <sup>±1,54</sup>	88 <sup>±1,70</sup>	93
– зокрема з підстилкою	87 <sup>±1,90</sup>	65 <sup>±9,05</sup>	75
Ділянки з пошкодженим ґрунтом (волоки), %			
– всього	4,8 <sup>±1,23</sup>	11,8 <sup>±1,73</sup>	244
– зокрема глибиною:			
до 5 см	3,3 <sup>±1,10</sup>	1,8 <sup>±0,57</sup>	55
6-10 см	1,3 <sup>±0,28</sup>	2,8 <sup>±0,51</sup>	215
11-15 см	≈ 0,3	4,8 <sup>±0,81</sup>	1600
16-20 см	–	2,4 <sup>±0,57</sup>	–
Довжина волоків, м · га <sup>-1</sup>	155 <sup>±36,2</sup>	292 <sup>±37,4</sup>	188
Об'єми лісоексплуатаційної ерозії, м <sup>3</sup> · га <sup>-1</sup>	33 <sup>±7,32</sup>	159 <sup>±29,5</sup>	482

За результатами статистичного аналізу чисельності підросту до і після рубань, частки його збереження і пошкодження виявлено такі закономірності:

$$N_{виб.} = 0,87 \cdot N - 0,18 \text{ за } r = 0,98^{\pm 0,01}; \quad (1)$$

$$N_{суц.} = 0,58 \cdot N + 0,80 \text{ за } r = 0,99^{\pm 0,01}; \quad (2)$$

$$N_{нош.} = 104 - 1,05 \cdot N_{зб.} \text{ за } r = 0,97^{\pm 0,02}, \quad (3)$$

де:  $N$ ,  $N_{виб.}$ ,  $N_{суц.}$  – чисельність підросту відповідно до ( $N$ ) і після вибіркового ( $N_{виб.}$ ) і суцільного ( $N_{суц.}$ ) рубань, тис. шт. · га<sup>-1</sup>;  $N_{зб.}$ ,  $N_{нош.}$  – частки, відповідно, збереженого і пошкодженого підросту у процесі рубань, %.

Із формул (1) і (2) випливає, що за мінімальної чисельності підросту в обстежуваних лісостанах – 5 тис. шт. · га<sup>-1</sup>, після вибіркового рубань залишається 4,2 тис. (84 %), а після суцільних – 3,7 тис. (74 %). За максимальної його чисельності 17 тис. шт. · га<sup>-1</sup> ці показники становлять 14,6 тис. (86 %) і 10,7 тис. (63 %). Формула (3) свідчить, що незалежно від способів рубань, у міру зменшення збереженості підросту зростає частка пошкоджених його особин. Так, за 80 % збереженості вона представлена 20 % екземплярів, а за 60 % – майже 41 %. Такі показники чисельності підросту, особливо його здорових особин, не завжди забезпечують природне відновлення дубових і ялицевих зрубів Передкарпаття, оскільки для успішності цього процесу потрібна його кількість понад 8 тис. шт. · га<sup>-1</sup>; за чисельності підросту 3-8 тис. потрібна посадка часткових лісових культур, а за менших показників доводиться створювати суцільні культури [5]. Враховуючи невисоку кількість збереженого здорового підросту після суцільних рубань (2,5-6,7 тис. шт. · га<sup>-1</sup>), під час лісовідновлення варто орієнтуватися на часткове і, здебільшого, суцільне штучне заліснення зрубів. Після вибіркового рубань цих проблем не виникає.

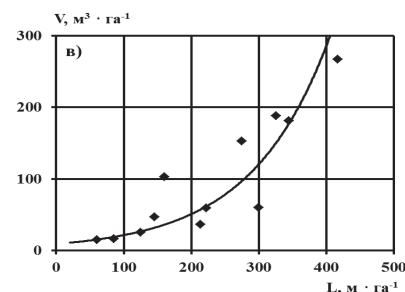
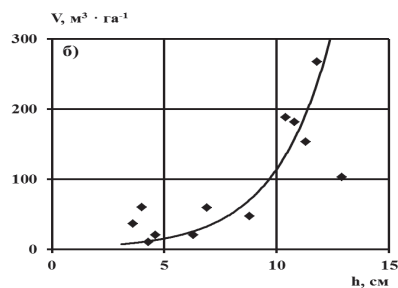
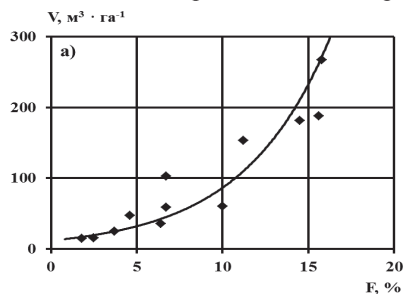
В еколого-лісівничу ситуацію зрубів певні ускладнення вносять ділянки з пошкодженим ґрунтом під час лісосічних робіт. Це проявляється у знищенні на них підросту, наявності експлуатаційної і водної ерозії та погіршенні їх лісорослинних умов. Зокрема, висота лісових культур на таких ділянках може бути на 26 % меншою, ніж на не зачеплених місцях [9].

Як уже зазначалося, частка і глибина пошкоджень ґрунту та об'єми лісоексплуатаційної ерозії внаслідок вибіркового і суцільного рубання неоднакові. До наведених у табл. 2 даних додамо, що в першому випадку пошкодження ґрунту незначної площі приурочені до 10-сантиметрового шару гумусового горизонту. Вони формують 88 % об'єму ерозії – 30 м<sup>3</sup> · га<sup>-1</sup>. У другому випадку пошкодження охоплено майже 12 % поверхні зрубів, а їх глибина сягає 20-25 см, нерідко проникаючи до елювіального горизонту. У верхньому 10-сантиметровому шарі ґрунту формується 24 % ерозії – 38 м<sup>3</sup> · га<sup>-1</sup>, а на більшій глибині – 76 %, тобто, 129 м<sup>3</sup> · га<sup>-1</sup>. Загалом обстеження зрубів свідчить, що об'єми ерозії після вибіркового рубань змінюються від 15 до 60 м<sup>3</sup> · га<sup>-1</sup>, а після суцільних – у межах 60-265 м<sup>3</sup> · га<sup>-1</sup>.

За різних способів і видів рубання обсяги лісоексплуатаційної ерозії ґрунту на зрубках залежать від трьох показників – площі і глибини його здирання та густоти трельовальних волоків. Як видно із графіків (рис.), у разі наростання площі пошкоджень від 2 до 10 % і їх глибини від 3 до 8-9 см ерозія зростає слабо, а за подальшим збільшенням цих показників вона інтенсифікується. Подібні зміни властиві в разі наростання довжини трельовальних волоків, а саме – мінімальними величинами ерозії характеризується їх протяжність до 230-250 м · га<sup>-1</sup>, а більш істотними – гущіша мережа.

Порівнюючи величини лісоексплуатаційної ерозії ґрунту в Передкарпатті із раніше опублікованими даними для сусіднього північно-східного мегасхи-

лу Карпат [6], можна відзначити, що масштаби цього явища у передгір'ї в 2-4 рази менші, ніж у гірських умовах. Окрім цього, у Передкарпатті також в 1,6-2 рази менші темпи їх збільшення, за наростання площі і глибини ґрунтових пошкоджень та мережі наземного трелювання.



**Рис. Залежність об'єму лісоексплуатаційної ерозії ( $V, \text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ ): а) від частки пошкодження ґрунту на лісосіках ( $F, \%$ ); б) від глибини пошкоджень ( $h, \text{см}$ ); в) від довжини волоків ( $L, \text{м} \cdot \text{га}^{-1}$ )**

Під час оцінювання впливу рубань лісу на його захисну роль досить важливо встановити ступінь погіршення водопроникності ґрунту, особливо інтенсивності поверхневого всмоктування вологи, з яким пов'язане переведення атмосферних опадів у ґрунтові води і запобігання ерозійним процесам. Польові дослідження показали, що ця характеристика ґрунту залежно від стану його поверхні є досить мінливою (табл. 3). Як правило, вона найвища на ділянках лісосік із збереженою підстилкою, дещо менша у місцях її здирання, а в разі порушення ґрунту різко знижується із збільшенням глибини пошкоджень.

Емпірична залежність швидкості поглинання вологи поверхнею ґрунту ( $\Phi, \text{мм} \cdot \text{хв}^{-1}$ ) від глибини його пошкоджень ( $h, \text{см}$ ) така:

$$\Phi = 1,3 - 0,042 \cdot h \text{ прур} = -0,96^{\pm 0,02} \quad (4)$$

Розрахунки, проведені за раніше отриманими показниками інфільтрації ґрунтів під насадженнями Передкарпаття [10], і за формулою (4), показали, що порівняно з лісом, на місцях зрубів зі здертою підстилкою водопроникність знижується від 1,85 до 1,30  $\text{мм} \cdot \text{хв}^{-1}$  (в 1,4 раза), а для пошкоджень глибиною 20 см – від 1,75 до 0,45  $\text{мм} \cdot \text{хв}^{-1}$  (у 3,8 раза). Загалом наведені дані свідчать, що чим більші пошкодження ґрунту, тим менша його водопроникність.

Для всебічної оцінки змін ґрунтозахисних властивостей лісу під впливом господарської діяльності потрібні не тільки дані щодо збереженості підросту, пошкодження ґрунту, погіршення його інфільтрації та показники лісоексплу-

атаційної ерозії, але й типізація ділянок зрубів із позицій виникнення на них деструктивних процесів – особливо поверхневого стоку води й водно-ерозійних явищ. На цей час з'ясовано, що ці процеси на зрубках Карпат залежать від багатьох чинників – крутизни рельєфу, типу ґрунтів, їх фізичних властивостей, щербистості, вологості, інфільтрації і масштабів пошкоджень, величини й інтенсивності опадів та витрат вологи на змочування ґрунту тощо [6].

**Табл. 3. Водопроникність поверхні ґрунту лісосік**

№ об'єкту обстеження	Місце визначення	Водопроникність	
		$\text{мм} \cdot \text{хв}^{-1}$	%*
<b>Ділянки вибіркового рубання</b>			
2	1. Непошкоджений ґрунт із здертою підстилкою	$1,37^{\pm 0,05}$	76,5
	2. Пошкодження глибиною до 5 см від підтрелювання деревини	$1,12^{\pm 0,02}$	62,6
	3. Пошкодження ґрунту глибиною до 10 см від розвертання трактора	$0,99^{\pm 0,01}$	55,3
5	1. Місце з частково збереженою підстилкою	$1,31^{\pm 0,05}$	72,4
	2. Пошкодження глибиною до 5 см від підтрелювання деревини	$1,08^{\pm 0,01}$	59,7
	3. Пасинковий волок глибиною 5-10 см	$0,90^{\pm 0,02}$	49,7
<b>Ділянки суцільного рубання</b>			
7	1. Непошкоджений ґрунт із здертою підстилкою	$1,25^{\pm 0,02}$	58,7
	2. Пошкодження глибиною до 5 см	$1,02^{\pm 0,05}$	47,9
	3. Пасинковий волок глибиною до 15 см	$0,87^{\pm 0,03}$	40,8
9	1. Місце з повністю здертою підстилкою	$1,07^{\pm 0,04}$	55,4
	2. Пасинковий волок глибиною до 10 см	$0,68^{\pm 0,03}$	35,2
	3. Магістральний волок глибиною до 20 см	$0,53^{\pm 0,02}$	27,5
10	1. Місце з частково збереженою підстилкою	$1,33^{\pm 0,04}$	66,8
	2. Пошкодження ґрунту глибиною 5-10 см	$0,70^{\pm 0,02}$	35,2
	3. Магістральний волок глибиною до 20 см	$0,51^{\pm 0,01}$	25,6
12	1. Місце із спущеною підстилкою	$1,40^{\pm 0,05}$	78,2
	2. Місце із слідами підтрелювання деревини	$1,19^{\pm 0,03}$	66,5
	3. Пошкодження ґрунту глибиною до 5 см від розвертання трактора	$0,83^{\pm 0,05}$	46,4
	4. Магістральний волок глибиною до 20-25 см	$0,47^{\pm 0,02}$	26,2

Примітка: \* відносно не зачепленого рубанням насадження, визначеного за даними джерела [10].

Для Передкарпаття враховувати цю гаму стокоформувальних факторів для виділення категорій ділянок на зрубках утруднене й не завжди доцільне у зв'язку з невеликою мінливістю метеорологічних і ґрунто-рельєфних умов. Тому основним показником виникнення деструктивних процесів на різних пошкодженнях зрубів прийнято т. зв. "умовний коефіцієнт зміни захисності" (УКЗЗ), який визначають як співвідношення інтенсивностей водопроникності ґрунту ( $\Phi_{\text{сп.}}$ ,  $\text{мм} \cdot \text{хв}^{-1}$ ) та випадання дощів ( $I_{\text{он.}}$ ,  $\text{мм} \cdot \text{хв}^{-1}$ )

$$\text{УКЗЗ} = \Phi_{\text{сп.}} / I_{\text{он.}} \quad (5)$$

Якщо частка від їх ділення  $> 1$ , то шкідливі явища практично не виникають, якщо  $< 1$ , то вони формуються, посилюючись за наближенням УКЗЗ до нуля.

Для досліджуваних умов зміну водопроникності ґрунту під впливом лісоосічних робіт характеризує рівняння (4). Що ж стосується показників опадів,

то згідно зі загальноприйнятими метеорологічними характеристиками дощі інтенсивністю випадання  $< 0,5 \text{ мм} \cdot \text{хв}^{-1}$  відносять до категорії слабких,  $0,5-1,0$  – до середніх (звичайних) і  $> 1 \text{ мм} \cdot \text{хв}^{-1}$  – до зливових. Найбільше сприяють стокоформуванню зливові дощі. Їх інтенсивність у Карпатському регіоні часто сягає 1,1, в окремих випадках – навіть  $9 \text{ мм} \cdot \text{хв}^{-1}$  [2]. Тому для отримання об'єктивного  $УКЗЗ$  величину  $\Phi_{zp}$  найбільш доцільно ділити на 1,1. У табл. 4 наведено класифікацію ділянок зрубів на основі стану їх поверхні, показників інфільтрації, коефіцієнтів зміни захисності та ймовірності виникнення на них шкідливих процесів.

Табл. 4. Категорії ділянок зрубів за ймовірністю розвитку на них шкідливих процесів

Характеристика стану ділянки	Водопроникність поверхні, $\text{мм} \cdot \text{хв}^{-1}$	$УКЗЗ = \frac{\Phi_{zp}}{I_{on}}$	Якісні зміни ділянки	Ймовірність виникнення поверхневого стоку води та ерозійних явищ
1. Лісові насадження різного віку	1,32-2,27	$> 1,20$	без змін (контроль)	не виникають
2. Місця зрубів із збереженою та знесеною підстилкою	1,07-1,40	$\geq 0,97$	мало-змінені	рідкісне виникнення слабого стоку під час сильних злив
3. Місця пошкодження ґрунту глибиною до 10 см	0,68-1,08	0,62-0,98	слабко-змінені	локальне формування стоку води під час злив без розвитку ерозії
4. Місця пошкодження ґрунту глибиною до 15 см	0,55-0,85	0,50-0,77	середньо-змінені	виникнення посиленого стоку під час звичайних і зливових дощів; розвиток ерозії мінімальний
4. Місця пошкодження ґрунту глибиною понад 15 см	$< 0,60$	$< 0,55$	значно-змінені	розвиток концентрованого стоку й посилення ерозії під час звичайних і зливових дощів

На ділянках зрубів із збереженою та знесеною підстилкою всмоктування вологи поверхнею більше від інтенсивності дощів. Виникнення слабого поверхневого стоку води – рідкісне явище, можливе тільки під час сильних злив ( $> 1,1 \text{ мм} \cdot \text{хв}^{-1}$ ). Тому збереженість ґрунтів добра. Після вибіркових рубань такі ділянки займають 95 % площі лісосік, а після суцільних – 88 %.

Слабкозмінені місця глибиною до 10 см характеризуються локальним формуванням стоку води. Вони майже повністю притаманні для вибіркових рубань і меншою мірою – суцільним. В обох випадках їх частка у площі лісосік становить 4,6 %. Ерозія в таких місцях не розвивається у зв'язку з появою на них рясного надґрунтового вкриття.

Середньо- і значно змінені ділянки, глибиною відповідно до 10 і 15 см та пересічними частками площі 4,8 і 2,4 %, властиві тільки для зрубів суцільних рубань. Загроза розвитку на них шкідливих процесів – реальна, особливо на ділянках із значними змінами. На них доцільно здійснювати рекультивацийні та фітомеліоративні заходи. Більш оптимальний варіант – не допускати таких пошкоджень у лісоексплуатаційному процесі.

**Висновки.** На ґрунтозахисні властивості лісу вплив різних способів лісоексплуатації неоднаковий. Зокрема, під впливом суцільних рубань лісу пош-

кодження підросту й ґрунту пересічно у два рази більші, ніж після вибіркових, а об'єми лісоексплуатаційної ерозії відповідно зростають майже у п'ять разів. Після суцільних рубань чисельність збереженого підросту, особливо його здорових особин, недостатня для природного відновлення зрубів, тому доводиться орієнтуватися на часткові та суцільні лісові культури.

Об'єми лісоексплуатаційної ерозії ґрунту після вибіркових рубань змінюються у межах  $15-60 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ , а після суцільних –  $60-265 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ . В обох випадках вона найбільше зростає в разі пошкоджень ґрунту на площі лісосік понад 10 %, їх глибини більше 10 см і довжині волоків понад  $250 \text{ м} \cdot \text{га}^{-1}$ . У міру здирання підстилки і пошкодження ґрунту його водопроникність зменшується. У цьому плані критичними є пошкодження глибиною понад 10 см, на яких під час дощів може формуватися поверхневий стік води і водно-ерозійні явища. З цих позицій досить небезпечні пошкодження глибиною більше 15 см. Як правило, такі явища притаманні для суцільних зрубів.

Основними заходами щодо збереження підросту і ґрунту під час проведення рубань лісу є: ширше використання вибіркових рубань замість суцільних, застосування природоохоронних технологій лісосічних робіт, дотримання лісових вимог щодо збереження підросту й ґрунту, зокрема недопущення його пошкоджень глибиною більше 10, особливо 15 см, а також довжини трелювальних волоків понад  $250 \text{ м} \cdot \text{га}^{-1}$ .

### Література

1. Вадонина А.Ф. Методы исследования физических свойств почв и грунтов / А.Ф. Вадонина, З.А. Корчагина. – М.: Изд-во "Высш. шк.", 1973. – 399 с.
2. Голуб Е.В. О катастрофических осадках в Украинских Карпатах / Е.В. Голуб // Метеорология и гидрология: сб. науч. тр. – 1971. – № 7. – С. 90-93.
3. Горшенин Н.М. Эрозия горных лесных почв и борьба с ней / Н.М. Горшенин. – М.: Изд-во "Лесн. пром-сть", 1974. – 128 с.
4. Дворецкий, М.Л. Пособие по вариационной статистике (для лесохозяйственников) / М.Л. Дворецкий. – М.: Изд-во "Лесн. пром-сть", 1971. – 104 с.
5. Наукові основи ведення багатопольового лісового господарства в Карпатському регіоні: зб. рекомендацій. УкрНДІґрліс. – Івано-Франківськ: Вид-во "Екор", 2001. – 248 с.
6. Олійник В.С. Гідрологічна роль лісів Українських Карпат: монографія / В.С. Олійник. – Івано-Франківськ: Вид-во НАІР, 2013. – 232 с.
7. Олійник В.С. Еродованість земель в агроландшафтах Передкарпаття / В.С. Олійник, Н.В. Белова // Геополітика і екогеодинаміка регіонів: наук. журнал. – 2014. – Т. 10, вип. 2. – С. 361-364.
8. Пасулько Й.І. Ерозія – ворог землі / Й.І. Пасулько. – Ужгород: Вид-во "Карпати", 1967. – 108 с.
9. Поляков А.Ф. Влияние главных рубок на почвозащитные свойства буковых лесов / А.Ф. Поляков. – М.: Изд-во "Лесн. пром-сть", 1965. – 176 с.
10. Ткачук О.М. Особливості водопроникливості ґрунтів у передгірних і гірських лісах Карпат / О.М. Ткачук, В.С. Олійник // Науковий вісник НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць. – Львів: РВВ НЛТУ України. – 2014. – Вип. 24.5. – С. 52-57.

Надіслано до редакції 28.01.2016 р.

### Олійник В.С., Ткачук О.М. Изменения почвозащитных свойств лесов Предкарпатья под влиянием выборочных и сплошных рубок

Приведены показатели численности подроста до и после проведения выборочных и сплошных рубок, его повреждений и уничтожения. Охарактеризованы площадь и глубина сдирания почвы при лесосечных работах. Освещены объемы лесозащитной эрозии почвы в зависимости от степени ее повреждений, особенно в сети трактор-

ных волоков. Проанализированы изменения водопроницаемости почвы под влиянием трелевки древесины. Оценена лесоводственная результативность разных способов рубок. Предложена классификация участков вырубок по вероятности развития на них поверхностного стока воды и эрозионных процессов.

**Ключевые слова:** подрост, почва, выборочные рубки, сплошные рубки, трелевка древесины, эрозия, водопроницаемость, сток воды.

**Olijnyk V.S., Tkachuk O.M. Some Changes in Soil-protective Properties of Pre-Carpathian Forests Influenced by Selective and Continuous Felling**

The number of seedlings indicators before and after the selective and continuous felling realization, damage and destruction are shown. The square and the depth of soil stripping at logging operations are characterized. The volumes of forest exploitation caused by soil erosion, depending on the degree of damage, especially in the tractor trail network are highlighted. The changes in the soil permeability under the influence of timber wood are analysed. The silvicultural effectiveness of different ways of cutting is reviewed. The classification of the log likelihood areas concerning water runoff and erosion is proposed.

**Keywords:** undergrowth, soil, selective cutting, solid logs, timber wood, erosion, permeability, water runoff.

УДК 630\*[5+64](477.83./86)

**ВУГЛЕЦЕВИЙ БАЛАНС ПРИРОДНИХ КОМПЛЕКСІВ ЗАХІДНОЇ УКРАЇНИ**

**О.Г. Часковський<sup>1</sup>, Ю.С. Миклуш<sup>2</sup>, Тобіас Кюмерле<sup>3</sup>, Понтус Олофсон<sup>4</sup>**

Землекористування є важливим фактором у глобальному циклі кругообігу вуглецю, зокрема внаслідок заростання лісом сільськогосподарських земель. Важливим є оцінювання впливу змін землекористування на обсяги депонування вуглецю в природних комплексах та їх вуглецевий потенціал.

З використанням карт змін площ лісів та сільськогосподарських земель з 1988 по 2007 рр., які базуються на супутникових знімках, статистичних даних, моделі обліку вуглецю проаналізовано обсяги депонування вуглецю залежно від змін у землекористуванні у ХХ ст. і змодельовано потенційне депонування вуглецю до 2100 р. за різних сценаріїв обсягів вирубки лісів, лісовідновлення та лісорозведення. Майбутня експансія лісів буде, швидше за все, зберігати або навіть підвищувати регіональний тренд стоку вуглецю до 1,48 ТгС/рік. Це може надати істотні можливості емісії вуглецю для індустриальних районів і розвитку сільських регіонів.

**Ключові слова:** лісова рослинність, лісозаготівлі, лісовідновлення, лісорозведення, депонування вуглецю, моделювання.

**Вступ.** Обсяг і структура землекористування відіграє важливу роль у глобальному кругообігу вуглецю та позначається на характері депонування вуглецю [13, 28, 62]. Збільшення викидів вуглецю відбувається внаслідок знеліснення [10, 15], але часто ліс відновлюється на сільськогосподарських угіддях, що не використовуються [36, 43]. Внаслідок зростання лісів на нелісових землях можуть поглинатись великі обсяги вуглецю, іноді повертаючи деякі регіони від виділення вуглецю до його стоку [19, 21, 60]. Однак вплив сільськогоспо-

дарських земель, що не використовуються, на потоки вуглецю залишається не достатньо вивченим у багатьох регіонах світу, тому що площа таких земель невизначена, а дані з лісорозведення істотно різняться [18].

Значні площі сільськогосподарських угідь не використовували за призначенням у Східній Європі наприкінці ХХ ст. [24]. Перехід від централізованої до орієнтованої на ринок економіки призвів до корінної перебудови сільськогосподарських секторів регіону [34, 46, 61]. Постсоціалістичні зміни у землекористуванні, ймовірно, порушили динаміку вуглецю регіону в глибокому розумінні [63]. Там, де ведення сільського господарства припиняється, значний обсяг вуглецю може бути поглинутим, оскільки замінюються сільськогосподарські угіддя на луки, чагарники, і, нарешті, ліси [31, 59, 60]. Незважаючи на значне невикористання сільськогосподарських угідь у Східній Європі та колишньому Радянському Союзі наприкінці ХХ ст., досліджень з оцінювання потоків вуглецю у природних комплексах небагато [45, 67]. Вони зосереджені виключно на орно-лугових перетвореннях, хоча потенціал росту обсягів депонування вуглецю у разі заліснення може бути значно вищим [26, 47]. У жодному дослідженні у Східній Європі не оцінено потоків вуглецю у комплексі сільськогосподарські угіддя – ліси, яке є необхідним для кількісної оцінки потоків вуглецю. Статистична інформація щодо землекористування постсоціалістичної епохи є часто сумнівної якості або була отримана непослідовно в часі, і як результат – неточності відносно темпів невикористання сільськогосподарських угідь у деяких регіонах Східної Європи. Статистична інформація щодо обсягів лісозаготівель іноді неповна [20, 29], а з ведення лісового господарства не відображає обсягів заліснення на територіях колишніх сільськогосподарських угідь та обсяги незаконних рубок, які були поширені протягом перехідного періоду [1, 41, 54].

Супутникове дистанційне зондування може вирішити деякі з цих проблем, оскільки дає змогу встановити дані про тип рослинності на певній площі та, відповідно, площі вкриті лісовою рослинністю чи сільськогосподарські угіддя, а також їх зміну на великих територіях. Зокрема, архів зображень Landsat забезпечує безперервні дані з початку 1970-х років [14], що робить його цінним для кількісної оцінки постсоціалістичної зміни площ, що зайняті певною рослинністю [12, 48, 56], а також сільськогосподарських угідь, що не використовуються [40, 58].

Складністю для кількісної оцінки депонування вуглецю від землекористування також є потреба аналізу широких часових масштабів. Минуле знеліснення, створення лісів на сільськогосподарських землях, вирубування лісів може мати довгостроковий вплив на сьогodнішній бюджет вуглецю, тому що депонування вуглецю може бути поступовим або відставати в часі [17, 30, 31], і тому, що молоді ліси поглинають вуглець інтенсивніше, ніж зрілі [26, 32]. З іншого боку, перехід від ділянок із переважанням стиглого лісу, з високим нагромадженням вуглецю, до сільськогосподарських угідь або молодого лісу, сприяють вивільненню вуглецю в атмосферу [22]. Невикористання сільськогосподарських земель і подальше збільшення площ лісів впливають на низку процесів і функцій екосистем [44], підвищення деяких функцій (наприклад, якість води, стійкість ґрунту, зв'язування вуглецю) за одночасного зниження інших

<sup>1</sup> доц. О.Г. Часковський, канд. с.-г. наук – НЛТУ України, м. Львів;  
<sup>2</sup> ст. викл. Ю.С. Миклуш, канд. с.-г. наук – НЛТУ України, м. Львів;  
<sup>3</sup> проф. Тобіас Кюмерле – Університет ім. Гумбольдта, м. Берлін;  
<sup>4</sup> др. Понтус Олофсон – Університет, м. Бостон