

УДК:623.7 (055)

В. І. Лопушняк

Д. С.-Г. Н.

Г. М. Грицуляк

аспірант\*

Львівський національний аграрний університет

### ЗМІНА ЕНЕРГОЄМНОСТІ ГУМУСУ ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТОГО ҐРУНТУ ПІД ВПЛИВОМ ВНЕСЕННЯ ОСАДУ СТІЧНИХ ВОД

*У дослідженнях, під час визначення енергетичного стану ґрунту, враховано фракційно-груповий склад гумусу, теплотворну здатність гумусу, а також його агрофізичний стан, який змінювався під впливом удобрення. Під час розрахунку використали рівняння О. Орлова, яке дозволяє враховувати якісний склад гумусу та вміст основних його фракцій. Розрахунки вказують на значні відмінності у показниках нагромадження запасів енергії гумусом ґрунту під впливом застосування осаду стічних вод як органічного удобрення під вербу енергетичну.*

*Встановлено, що під впливом внесення осаду стічних вод збільшується частка гумінових кислот у гумусі дерново-підзолистого ґрунту, а також відбувається підвищення енергоємності гумусу від 4,56 до 6,28 ГДж/га в гумусово-елювіальному (HE) горизонті та від 4,79 до 6,29 ГДж/га в елювіальному (E) горизонті.*

**Ключові слова:** енергоємність гумусу, осад стічних вод, компост, верба енергетична.

#### Постановка проблеми

Питання біоенергетики та енергетики ґрунтоутворення наразі набувають щораз більшої актуальності, що пов'язано як із загальними екологічними проблемами, так і конкретними практичними завданнями збереження та відновлення родючості ґрунтів [5–9]. У зв'язку з цим, постає необхідність наукового обґрунтування заходів щодо підсилення фактора залучення в ґрунт органічної речовини шляхом внесення осаду стічних вод.

#### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Аналізуючи досягнення ґрунтознавства, землеробства, агрохімії, ароекології В. А. Ковда [5] дійшов важливого висновку, що гумусова оболонка Землі – загальнопланетарний акумулятор і розподілювач енергії. У гумусі всієї планети, який міститься у шарі ґрунту 0–20 см, зосереджено близько 1019–1020 Ккал енергії, що забезпечує життя усієї флори і фауни [6].

Осад стічних вод відзначається високим вмістом органічної речовини і поживних речовин, широким набором макро- і мікроелементів, а його внесення у ґрунт сприяє підвищенню вмісту гумусу [8]. Енергія гумусу становить незначну

© В. І. Лопушняк, Г. М. Грицуляк

\*Науковий керівник – д. с.-г. н. В. І. Лопушняк

частку загальної енергії ґрунту, акумульованої в кристалічній решітці і мінеральних компонентах ґрунту, однак, відіграє основну роль у процесах ґрунтової системи [1, 2]. Енергоємність ґрунтів залежить від вмісту гумусу та його теплотворної здатності.

Органічні речовини ґрунту мають енергетичні властивості та є основними чинниками інтенсивності кругообігу речовини та трансформації енергії, крім того, ці показники свідчать про потенційну родючість ґрунтів, оскільки продуктивність ґрунтів тим вища, чим більше в них енергії, зв'язаної з ґрунтовим гумусом [3].

Варто підкреслити, що питання біоенергетики ґрунтоутворення вперше розглянуто В. Волобуєвим, і наразі час воно стає все актуальнішим, що пов'язане зі загальними екологічними проблемами та конкретними практичними завданнями збереження і підвищення родючості ґрунтів [4].

### **Мета, завдання та методика досліджень**

Метою нашого дослідження є визначити вплив осаду стічних вод на зміну енергоємності гумусу дерново-підзолистого ґрунту, вивчити відмінності фракційно-групового складу гумусу у верхніх горизонтах дерново-підзолистих ґрунтів Прикарпаття.

Дослідження проводили у лабораторії фізики і хімії ґрунту Інституту природничих наук Прикарпатського національного університету ім. В. Стефаника (свідоцтво про атестацію ІФ 549 від 30.12.2011 р.) за стандартизованими методиками.

Польові дослідження проводили на дерново-підзолистих ґрунтах Прикарпаття у селі Чукалівка Тисменицького району Івано-Франківської області на колекційно-дослідному полі Івано-Франківського коледжу ЛНАУ.

Варіанти досліду:

1. контроль – без добрив;
2. мінеральні добрива –  $N_{100}P_{100}K_{100}$ ;
3. ОСВ – 40 т/га;
4. ОСВ – 60 т/га;
5. ОСВ – 80 т/га;
6. компост ОСВ + тирса (3:1) – 60 т/га;
7. компост ОСВ + солома (3:1) – 20 т/га;
8. компост ОСВ + солома (3:1) – 40 т/га;
9. компост ОСВ + солома (3:1) – 60 т/га;
10. компост ОСВ + солома (3:1) + цементний пил 10 % – 40 т/га.

Схема садіння верби енергетичної: 0,33x0,70 м, ширина 4,0 м, довжина 7,0 м, площа облікової ділянки 28 м<sup>2</sup>, загальна площа дослідної ділянки – 1296 м<sup>2</sup>, повторність – триразова.

Ґрунт дослідного поля – дерново-підзолистий, типовий для Прикарпаття. Перед закладанням досліду верхній шар – гумусово-елювіальний горизонт (HE – 0 – 20 см) – відзначався такими агрохімічними показниками: рН сольове – 5,5;

гідролітична кислотність – 4; сума увібраних основ – 14,6 ммоль/100 г ґрунту; вміст гумусу – 2,34 %.

Для належної оцінки енергетичного стану гумусу досліджуваного ґрунту було визначено загальний вміст гумусу за методом Тюріна, його фракційно-груповий склад – за методом М. М. Конової – Н. П. Бельчикової.

Фракційно-груповий розподіл енергії дозволяє визначити участь кожної фракції гумусових речовин у формуванні енергоємності ґрунту та глибше дослідити перерозподіл енергетичних ресурсів органічної речовини. Теплотворна здатність органічної речовини формується через фракційно-групову структуру гумусових речовин і є свідченням якості енергетичних зв'язків та біотичної активності ґрунту.

У дослідженнях, під час визначення енергетичного стану ґрунту, враховано фракційно-груповий склад гумусу, теплотворну здатність його, а також агрофізичний стан, який змінювався під впливом удобрення [10]. Під час розрахунку використали рівняння О. Орлова [9], яке дозволяє враховувати якісний склад гумусу та вміст основних його фракцій.

### Результати досліджень

Розрахунки вказують на значні відмінності у показниках нагромадження запасів енергії гумусом ґрунту під впливом застосування осаду стічних вод як органічного удобрення під вербу енергетичну (табл. 1).

Таблиця 1. Енергоємність гумусу дерново-підзолистого ґрунту за різних систем удобрення верби енергетичної, середнє за 2011–2014 рр.

Варіант	Теплотворна здатність гумусу, кДж/г	Групи гумусових речовин, Дж/г			Запаси енергії, акумульовані гумусом, ГДж/га
		Σ ГК	Σ ФК	гумін	
Без добрив (контроль)	0,18	0,22	0,34	0,60	4,56
	0,15	0,09	0,33	0,60	4,79
N <sub>100</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	0,22	0,24	0,33	0,79	5,92
	0,17	0,14	0,34	0,63	5,98
ОСВ 40 т/га	0,21	0,25	0,30	0,78	5,50
	0,16	0,12	0,34	0,58	5,54
ОСВ 60 т/га	0,22	0,27	0,28	0,82	5,82
	0,16	0,13	0,33	0,61	5,87
ОСВ 80 т/га	0,24	0,27	0,28	0,87	6,28
	0,17	0,15	0,32	0,63	6,29
Компост ОСВ + тирса (3:1) – 60 т/га	0,26	0,25	0,29	0,79	5,49
	0,16	0,14	0,34	0,54	5,50
Компост ОСВ + солома (3:1) – 20 т/га	0,26	0,25	0,28	0,72	5,19
	0,15	0,12	0,35	0,52	5,21
Компост ОСВ + солома (3:1) – 40 т/га	0,21	0,28	0,26	0,76	5,45
	0,15	0,12	0,33	0,53	5,46
Компост ОСВ + солома (3:1) – 60 т/га	0,22	0,30	0,25	0,80	5,44
	0,15	0,14	0,34	0,54	5,49
Компост ОСВ + солома (3:1) +	0,21	0,23	0,28	0,79	5,32

цементний пил 10 % - 40 т/га	0,15	0,13	0,33	0,54	5,36
------------------------------	------	------	------	------	------

*Примітка:* над рисою – у шарі ґрунту 0–20 см, під рисою – 20–40 см.

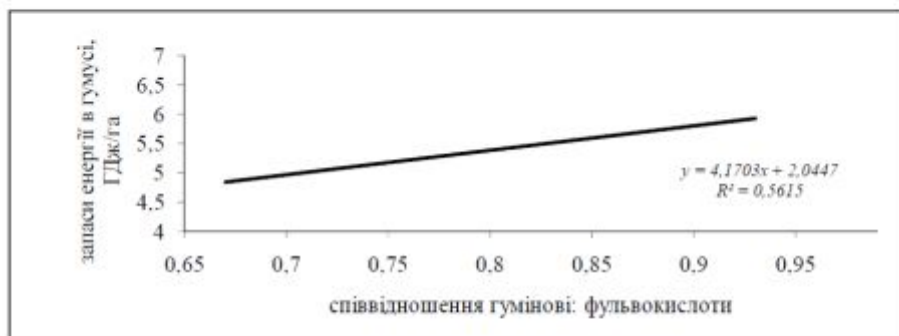
Системи удобрення по-різному впливають на фракційно-груповий склад гумусу, тому, враховуючи різну теплоутворювальну здатність окремих груп гумусових сполук, загальні запаси акумульованої енергії у ґрунті суттєво відрізняються за варіантами досліду. У наших дослідженнях запаси енергії в шарі ґрунту 0–20 см становили 4,69 ГДж/га у контрольному варіанті. У підорному шарі (20–40 см), зважаючи на щільність будови, цей показник був дещо вищий, а саме на 0,23 ГДж/га порівняно з верхнім шаром. Ці результати вказують на інтенсивніші процеси мінералізації органічних сполук в орному шарі ґрунту порівняно з підорним.

Під впливом мінеральної системи удобрення у верхньому (0–20 см) шарі ґрунту вміст гумусу не зростав, проте запаси енергії в гумусі у верхньому і нижньому шарах ґрунту збільшилися, відповідно, до 5,92 а 5,98 Дж/га порівняно контрольним варіантом.

Застосування осаду стічних вод забезпечувало нагромадження гумусових сполук у ґрунті та підвищення частки гумінових кислот і негідролізованого залишку, яким властива найвища теплоємність, а це сприяло зростанню запасів енергії в гумусі. Зі збільшенням частки осаду стічних вод зростала енергоємність гумусу як в орному, так і підорному шарах ґрунту.

Під впливом удобрення на основі компост з осаду стічних вод + тирса (3:1) забезпечило зростання запасів енергії в гумусі на 0,88 ГДж/га у верхньому (0–20 см) і на 0,67 ГДж/га у нижньому (20–40 см) шарах ґрунту порівняно з контрольним варіантом. Зі збільшенням частки компостів у формі органічних добрив зростала енергоємність гумусу.

Найвищими показниками валових запасів енергії відзначалися 5 та 6 варіанти з найбільшим вмістом свіжого осаду стічних вод. У цих варіантах показник енергоємності був на рівні 6,28–6,29 та 5,46–5,49 ГДж/га, відповідно, у нижньому і верхньому шарах ґрунту.



**Рис. 1. Залежність вмісту запасів енергії в гумусі дерново-підзолистого ґрунту (в шарі 0–20 см) від співвідношення Сгк : Сфк.**

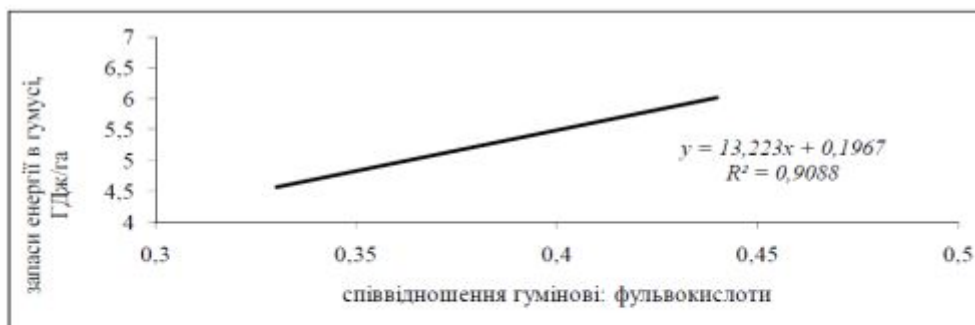
Залежність вмісту запасів енергії в ґрунті від співвідношення гумінових і фульвокислот у шарі ґрунту 0–20 см можна описати рівнянням лінійної регресії

$$y = 4,1703 x + 2,0447,$$

де  $y$  – запас енергії в гумусі, ГДж/га;

$x$  – співвідношення Сгк : Сфк.

Множинний коефіцієнт детермінації ( $R^2 = 0,56$ ) відображає істотну залежність величини акумульованої енергії в гумусі від вмісту гумінових кислот.



**Рис. 2. Залежність вмісту запасів енергії в гумусі (в шарі ґрунту 20–40 см) від співвідношення Сгк: Сфк.**

Залежність вмісту запасів енергії в ґрунті від співвідношення гумінових і фульвокислот у шарі 20–40 см можна описати рівнянням лінійної регресії

$$y = 13,223 x + 0,1967,$$

де  $y$  – запас енергії в гумусі, ГДж/га;

$x$  – співвідношення Сгк : Сфк.

Множинний коефіцієнт детермінації ( $R^2=0,90$ ) відображає високу залежність величини акумульованої енергії в гумусі від вмісту гумінових кислот.

За результатами розрахунків запасів енергії в гумусі в умовах дослідження було відмічено тенденцію підвищення енергоємності гумусу під впливом осаду стічних вод. Однак саме внесення осаду стічних вод у нормі 80 т/га органічних добрив забезпечило один із найвищих показників енергоємності у верхньому орному шарі та найвищий показник у підорному.

Дані дослідження дають змогу не лише оцінити запаси енергії, акумульованої в ґрунті, а й відображають шляхи наближення до енергетичного балансу агроценозу верби енергетичної, оскільки характер та інтенсивність основних процесів пов'язані зі запасами асимільованої сонячної енергії, яка акумулюється в гумусі ґрунту та служить основним джерелом для різноманітних біотичних і мінеральних перетворень.

### Висновки та перспективи подальших досліджень

В умовах дослідіу органічна система удобрення та компости на основі осаду стічних вод забезпечують якісне поліпшення енергоємності гумусу дерново-підзолистого ґрунту у варіантах з внесенням осаду стічних вод – 80 і компосту на онові осаду стічних вод + тирса (3:1) в нормі 60 т/га. У горизонтах HE та E вміст енергоємності гумусу становить 6,28 та 5,49 ГДж/га, відповідно, тобто на 1,72–0,93 ГДж/га, переважав аналогічні показники контрольного варіанта.

Таким чином, назріла необхідність вивчення гумусового стану дерново-підзолистого ґрунту під впливом внесення осаду стічних вод та компостів на його основі.

### Література

1. *Алиев С. А.* Метод изучения энергетики органического вещества почв / *С. А. Алиев* // Почвоведение. – 1972. – № 9. – С. 147–150.
2. *Алиев С. А.* Биоэнергетика органического вещества почв / *С. А. Алиев* // Баку : ЭЛМ, 1973. – 66 с.
3. *Алиев С. А.* Экология и энергетика биохимических процессов превращения органического вещества почв / *С. А. Алиев* // Баку : ЭЛМ. – 1978. – 252 с.
4. *Волобуев В. Р.* Введения в энергетику почвообразования / *В. Р. Волобуев.* – М. : Наука, 1974. – 127 с.
5. *Гомонова Н. Ф.* Влияние длительного применения минерального удобрения и известкования на химические свойства, групповой и фракционный состав гумуса / *Н. Ф. Гомонова, М. Ф. Овчинникова* // Агрехимия. – 1986. – № 1. – С. 85–90.
6. *Ковда В. А.* Биохимия почвенного покрова / *В. А. Ковда.* – М. : Наука, 1985. – 262 с.
7. *Козин В. К.* Запас энергии в гумусе как критерий для бонитировки почв / *В. К. Козин* // Почвоведение. – 1990. – № 3. – С. 153–155.
8. *Михайлов Л. Н.* Научные основы применения осадков городских сточных вод в качестве удобрения / *Л. Н. Михайлов, И. В. Путажкин, М. П. Марковская.* – Самара : Кн. изд-во, 1998. – 160 с.
9. *Орлов О. Л.* Енергоємність гумусу як критерій гумусового стану ґрунтів / *О. Л. Орлов* // Вісник Львів. нац. ун-ту. Серія «Біологія». – 2002. – Вип. 31. – С. 111–115.
10. *Орлов Д. С.* Дополнительные показатели гумусного состояния почв и их генетических горизонтов / *Д. С. Орлов, О. Н. Бирюкова, М. С. Розанова* // Почвоведение. – 2004. – № 8. – С. 918–926.