



## Розділ V

### ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ГАЛУЗІ

УДК 631.4

Доц. З.Г. Гамкало, канд. біол. наук – Львівський НУ  
ім. Івана Франка

#### АКТИВНА ФАЗА ОРГАНІЧНОЇ РЕЧОВИНИ ҐРУНТУ ЯК ЙОГО ЕНЕРГОПЛАСТИЧНИЙ БУФЕР: ТЕОРЕТИЧНИЙ ПІДХІД І ПРОБЛЕМА ОЦІНКИ

Запропоновано новий теоретичний підхід до оцінки активної фази органічної речовини ґрунту (АФОР) як його енергопластичний буфер. Показано можливість застосування диференціальних азотограм для оцінки змін вмісту АФОР у ґрунті.

**Ключові слова:** активна фаза органічної речовини, ґрунт, буфер, азотограми.

*Doc. Z.G. Hamkalo – Commercial Academy of Lviv*

#### Active phase of organic matter of soil as it energetic and plastik buffer: the theoretical approach and problem of an estimation

The new theoretical approach to an estimation of a active phase of organic matter (AFOM) of soil as of energetic and plastik buffer is offered. The possibility of using differential nitrogenograms for an estimation of the contents AFOM in soil is shown.

**Key words:** active phase of organic matter, soil, buffer, nitrogenograms

#### Вступ

Процес внутрішньогрунтового перетворення сполук Нітрогену характеризується вираженою циклічністю [7] і, що особливо важливо, – різною швидкістю окремих його ланок. Циклічність пов'язана із неоднаковою метаболічною стійкістю органічних речовин до розкладу. Це дало підстави виокремити лабільну частину органічних сполук ґрунту і назвати її активною фазою органічної речовини (АФОР) і високостійкі сполуки – пасивну фазу органічної речовини (ПФОР), яка практично не бере участі у внутрішньогрунтовому циклі Нітрогену (ВЦН). До АФОР, яка становить 10-15 % від загального вмісту органічних сполук Нітрогену, Янсон [7] відніс рослинні залишки, відмерлу мікробну масу та продукти її розкладу, які не пройшли процесу гуміфікації. Автор теорії внутрішньогрунтового циклу Нітрогену не заперечує можливості переходу частини сполук із однієї фази в іншу.

Свіжоімобілізований в органічну форму Нітроген добрив також зараховують до АФОР, оскільки він акумулюється здебільшого в біомасі мікробної і рослинної генези [8]. Ця сукупність новоутворених органічних речовин є головним субстратом процесу мінералізації, тобто його ближнім резервом (авт.).

Інша, значно більша, частина органічних речовин – ПФОР, які гуміфікуються, іде на утворення гумусових речовин, а також утворює дальній резерв (авт.) мінералізаційних процесів. З цією частиною високостійких органічних речовин пов'язують утворення ґрунту як біокосного тіла та виконання ряду важливих екологічних функцій (родючості, регуляції масового потоку хімічних елементів, забезпечення геохімічної стійкості тощо). З огляду на це, термін "пасивна фаза органічної речовини", який більше характеризує її фізико-хімічні властивості, є не зовсім вдалим і не враховує її ролі як активного компонента ґрунту, тому адекватнішим буде застосування терміну "конститутивна фаза органічної речовини". На наш погляд, ВЦН становиться із двох різношвидкісних циклів (подібно до двох кіл кровообігу у вищих тварин), перший з яких (повільний) підтримує певний кількісний і якісний рівень органічної речовини у ґрунті (власне гумусових сполук), а інший – швидкісний – з одного боку, є енергетичним карбонвмісним депо для забезпечення потреб, головно, гетеротрофної біоти і захищає власне органічний "скелет" ґрунту від мікробної атаки і з другого – якісним і кількісним резервом конститутивної органічної речовини – гумусу.

Для відтворення генетично детермінованого хімічного складу мікробної біомаси необхідно мати певне співвідношення C: N: P: K: S у ґрунтовому середовищі. В агроєкосистемах, імпульсне надмірне надходження NPK і, особливо, Нітрогену, що різко порушує хімічний статус ґрунту. За цих умов також посилюється дефіцит енергії, необхідної для забезпечення біосинтетичних процесів у гіпертрофованому (евтрофікованому) ґрунтовому середовищі. Головним джерелом енергопластичного забезпечення ґрунтової гетеротрофної біоти у разі, коли відбувається порушення C: N, тоді співвідношення стає таким: додаткова мінералізація органічних речовин ґрунту – нетто-мінералізація [2], це відбувається і тоді, коли інтенсивність розкладу органічної речовини ґрунту переважає інтенсивність її відтворення. Зрозуміло, що деструкція конститутивної частини органічної речовини у цьому випадку порушувала би структурно-функціональну цілісність ґрунту та його екологічність, що властиво явищу дегуміфікації. Тому ця частина органічної речовини є захищеною від мікробної атаки, внаслідок її високої хімічної стійкості, а субстратом мінералізації стає АФОР, яка виконує щодо гумусу захисну (буферну) роль. Про буферну роль АФОР свідчить вже згадане явище нетто-мінералізації, тобто здатність ґрунту мобілізувати додаткові кількості мінеральних сполук Нітрогену ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ) із органічної речовини в разі внесення нітрогенних добрив [3] та поява у ґрунті "екстра-азоту" [4]. Інтенсивність мінералізації АФОР сірого лісового ґрунту є прямо пропорційною дозі внесених мінеральних сполук Нітрогену, а за вегетаційний період від третини до половини частини  $N_{\text{заг}}$  бере участь у кругообігу Нітрогену в ґрунті, зокрема в ланці  $\text{АФОР} \rightleftharpoons N_{\text{мін}}$  [2], і за цей час змінюється біля 10 генерацій ґрунтових мікроорганізмів [1].

Високій лабільності АФОР сприяє те, що новоутворена у ґрунті біомаса мікроорганізмів і кореневої системи рослин, яка ще не збіднена легкозасвоюваними компонентами у трофічних ланцюгах (особливо за підвищеної температури і участі целюлозолітичних і протеолітичних мікроорганізмів кишково-шлункового тракту тварин) як це властиво органічній речовині гною, є найбільш доступним субстратом для ґрунтової мікрофлори. З іншого боку, ця не гуміфікована мортмаса мікроорганізмів і регенерантів кореневої системи рослин більш адекватно відповідає енергопластичним потребам гетеротрофної біоти, ніж не збалансований органо-мінеральний субстрат агрогенно змінених ґрунтів.

Для встановлення ємності енергопластичного буфера ґрунту – вмісту АФОР, необхідна його оцінка на початку вегетації рослин, а фактора інтенсивності – змін цього параметра в часі (наприклад за 30 днів). Нижче показано приклад такого підходу до кількісної оцінки енергопластичної буферності ґрунту агрофітоценозу.

### Умови та методика проведення досліджень

Експеримент виконаний на базі стаціонарного досліді ІЗТЗР (Оброшино) з вивчення ефективності мінеральних, органічних і органо-мінеральних добрив на зміну гумусного стану сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту.

Вихідні показники орного шару ґрунту:  $pH_{KCl}=4,70$ , гідролітична кислотність  $3,23 \text{ мМоль (+) } 100 \text{ г}^{-1}$ , сума ввібраних основ  $6,73 \text{ мМоль (+) } 100 \text{ г}^{-1}$ ,  $N_{\text{заг.}} - 0,10 \%$ , сполуки Нітрогену, що легко гідролізуються –  $8,92 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$ , вміст доступного Фосфору і обмінного Калію (за Кірсановим) – відповідно  $17,5$  і  $13,8 \text{ мг} \cdot 100 \text{ г}^{-1}$  ґрунту, вміст гумусу (за Тюріним) –  $1,56 \%$ .

Зразки ґрунту відбирали за допомогою бура із верстви 0-20 см. Багатоступеневий лужний гідроліз нітрогеновмісних сполук ґрунту проводили за методикою Щербакова і Кислих [6]. Побудову диференціальних азотограм (ДА) здійснювали за результатами лужного гідролізу, для обробки яких застосовано програмне забезпечення, розроблене канд. геогр. наук В. Грицевичем (Львівський НУ ім. Івана Франка). До пулу ЛГ віднесені сполуки Нітрогену, які гідролізуються протягом 6 годин, зокрема ЛГ-1 –  $0,25$ - $1,5 \text{ М}$ , ЛГ-2 –  $2$ - $3 \text{ М}$  і ЛГ-3 –  $4$ - $6 \text{ М NaOH}$ , або  $0,25 \text{ М NaOH}$  відповідно  $6$ - $30$  год.,  $36$ - $48$  год. і  $54$ - $144$  год. До пулу ВГ сполук, які гідролізуються протягом  $144$  годин, віднесені ВГ-1 –  $0,25$ - $1,5 \text{ М}$ , ВГ-2 –  $2$ - $5 \text{ М}$  і ВГ-3 –  $6$ - $8 \text{ М NaOH}$ , а також  $8 \text{ М NaOH}$  у разі ВГ-1 –  $6$ - $18$  год., ВГ-2 –  $24$ - $48$  год. і ВГ-3 –  $54$ - $144$  год. Уміст АФОР ( $N_{\text{а.ф.}}$ ) визначали за кількістю сполук Нітрогену, які гідролізуються  $8 \text{ н NaOH}$  протягом  $144$  год.

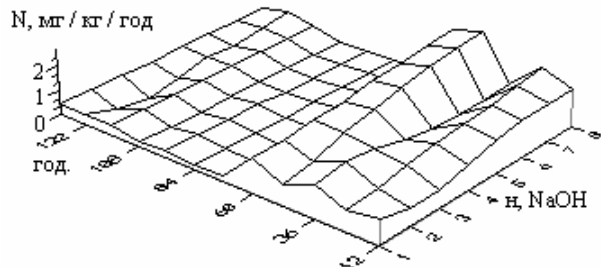
### Результати досліджень та їхнє обговорення

Як видно із рисунка, головна частина АФОР контрольного тривало не удобрюваним ґрунтом, зосереджена у зоні ЛГ і лише незначна кількість у зоні ВГ, причому пул ЛГ є достатньо гетерогенним.

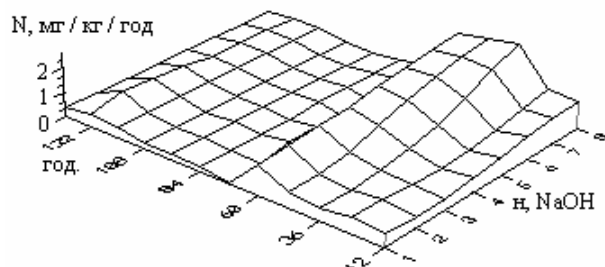
Зовсім інша архітектоніка ДА у разі внесення  $15 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$  гною. Вміст АФОР, порівняно із контролем, збільшився від  $276$  до  $570 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$ , тобто у  $2,1$  раз, що супроводжувалося збільшенням  $N_{\text{заг.}}$  лише на  $11 \%$ . Застосування гною

зумовило збільшення вмісту сполук Нітрогену як у зоні ЛГ, так і ВГ форм, які характеризуються такими параметрами гідролізу: 1-8 М NaOH і 60 год. та 2-6 М NaOH і 132 год. Це може свідчити про посилення біосинтетичних процесів у ґрунті та іммобілізації частини мінеральних сполук Нітрогену.

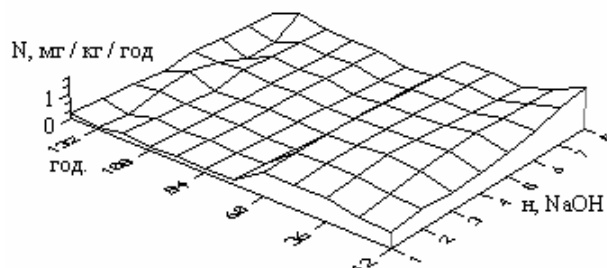
$$\begin{aligned} N_{\text{заг}} &= 1132 \text{ мг / кг} \\ N(\text{а.ф.}) &= 276 \text{ мг / кг} \end{aligned}$$



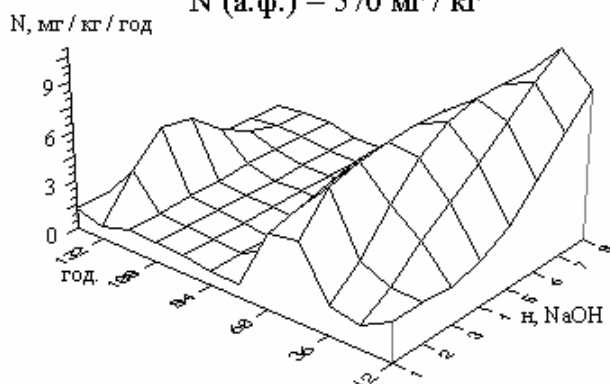
$$\begin{aligned} N_{\text{заг}} &= 1120 \text{ мг / кг} \\ N(\text{а.ф.}) &= 260 \text{ мг / кг} \end{aligned}$$



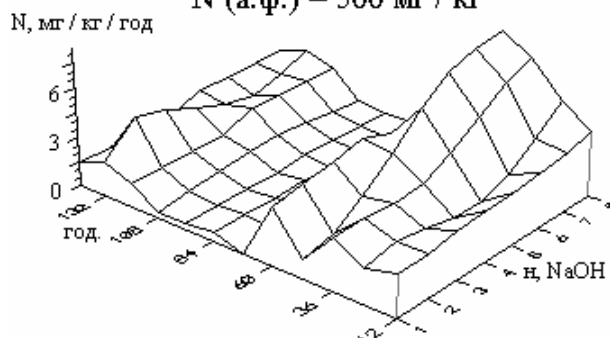
$$\begin{aligned} N_{\text{заг}} &= 1090 \text{ мг / кг} \\ N(\text{а.ф.}) &= 245 \text{ мг / кг} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} N_{\text{заг}} &= 1263 \text{ мг / кг} \\ N(\text{а.ф.}) &= 570 \text{ мг / кг} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} N_{\text{заг}} &= 1150 \text{ мг / кг} \\ N(\text{а.ф.}) &= 500 \text{ мг / кг} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} N_{\text{заг}} &= 1145 \text{ мг / кг} \\ N(\text{а.ф.}) &= 430 \text{ мг / кг} \end{aligned}$$

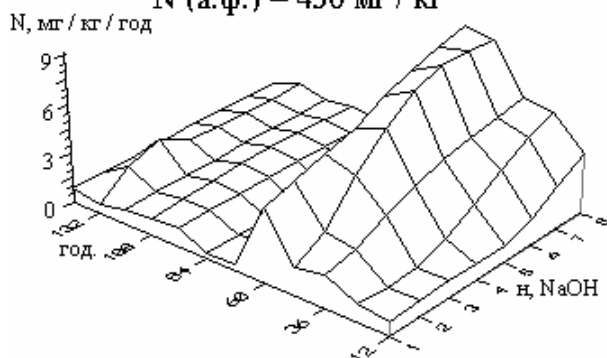


**Рис. Динаміка диференціальних азотограм сірого лісового ґрунту протягом вегетаційного періоду** (зліва - контроль, справа - застосування  $15 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$  підстилкового гною); а – 17.06.1997 р., б – 17.07.1997 р., в – 08.09.1997 р.

У процесі вегетації вміст  $N_{\text{а.ф.}}$  у контролі зменшується за 30 днів на  $16 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$ , що супроводжується гомогенізацією пулу ЛГ (трансформується двогорбий пік в одногорбий) і зменшенням до мінімуму вміст найлабільнішої ЛГ-1 фракції. Зменшується також вміст ВГ- форм (8 М NaOH, 120 год.). Ці зміни, як і зменшення вмісту  $N_{\text{заг}}$ , вказують на переважання мінералізаційних процесів над іммобілізаційними. Варто зауважити, що зникнення піка ВГ-3 (8 М NaOH та 120 год.) зумовило появу іншого піка у зоні 1-2 М NaOH і 120 год., тобто ВГ-1. Поява у пулі  $N_{\text{а.ф.}}$  ВГ-2 фракції є можливою, внаслідок

процесу іммобілізації мінеральних форм Нітрогену. У цілому, за цей період вегетації домінує процес мобілізації N над іммобілізацією, що свідчить про енергопластичний дефіцит ґрунтового середовища, зокрема систем ґрунт-рослина і ґрунт-гетеротрофна біота.

У разі застосування підстилкового гною інтенсивність змін вмісту АФОР є значно більшою і становить  $70 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$  за 30 днів. У процесі вегетації також більшими є кількісні зміни ВГ- і ЛГ-форм, що зумовлено інтенсивнішими мінералізаційними процесами, які спрямовані на забезпечення енергією і поживними речовинами ґрунтової біоти і мінерального живлення рослин за умов інтенсивнішого функціонування агрофітоценозу (продуктивність сівозміни 50,1 проти 39,2 ц га<sup>-1</sup> з.о. у контролі [5].

До осені (08.09), вміст  $N_{a.f.}$  у контрольному ґрунті продовжує зменшуватися, головню, за рахунок ЛГ-2 і ЛГ-3 фракцій, внаслідок чого загальна витрата АФОР за 70 днів вегетації становить  $31 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$  або 0,44 мг N за добу. Подібний результат отриманий канадськими дослідниками в інкубаційних дослідах із чорноземом за допомогою <sup>15</sup>N [8].

Якщо врахувати, що співвідношення C: N в органічній речовині сірого лісового ґрунту становить 14:1, то, відповідно, за добу у ґрунтового середовища надходить  $6,2 \text{ мг C кг}^{-1}$  ґрунту, що еквівалентно мінералізації  $12\text{--}13 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$  органічної речовини. Угноєння посилює нетто-мінералізацію органічної речовини ґрунту до  $56\text{--}59 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$  за добу, яка сприяла підвищенню продуктивності системи ґрунт-рослина. За даними Кудеярова [8], інтенсивність нетто-мінералізації у дерново-підзолистому ґрунті під впливом угноєнням збільшувалася майже у 1,5 раза, що добре узгоджується з результатами наших досліджень.

Як видно із рисунка, за відсутності удобрення вміст АФОР у ґрунті під картоплею, коли закінчується вегетація, становить  $245 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$ , тоді як за угноєння залишається достатньо високим –  $430 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$ . Дослідженнями різних систем органічного, мінерального і органо-мінерального удобрення показано, що вміст АФОР  $245\text{--}250 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$  ґрунту є мінімальною межею ємності енергопластичного буфера сірого лісового ґрунту і відображає інтенсивність функціонування протилежно спрямованих процесів мобілізації та іммобілізації N-вмісних сполук швидкісної ланки внутрішньоґрунтового циклу Нітрогену. Зменшення вмісту АФОР нижче цієї величини загрожуватиме дегуміфікації сірих лісових ґрунтів, оскільки для енергопластичних потреб гетеротрофної біоти використовуватиметься дальній резерв органічної речовини – пул гумусових сполук.

### Висновки

Наявність у ґрунті лабільного пулу органічних сполук – АФОР вказує на його важливу екологічну роль як адаптаційного механізму захисту гумусових речовин від мікробної деструкції за змінних умов енергопластичного забезпечення гетеротрофної біоти – як невід'ємного суб'єкта біогеохімічних циклів.

Формування підвищеного вмісту АФОР в угноєному ґрунті збільшує ємність енергопластичного буфера і відповідно краще збереження конститутивної фази органічної речовини та її відтворення за рахунок гуміфікації залишкових кількостей АФОР.

Угноєння, посилюючи нетто-мінералізацію АФОР, збільшує надходження біологічно доступних форм біофільних елементів і енергії у системи ґрунтрослина і ґрунтове середовище-ґрунтова біота за рахунок ближнього ґрунтового резерву, що створює передумови підвищення їхньої біологічної продуктивності.

Автор вдячний співробітникам Інституту землеробства і тваринництва західного регіону кандидатам с.-г. наук В. Сорочинському і В. Бульо за допомогу у виконанні польової частини цих досліджень.

### Література

1. **Благодатский С.А.** Микробиологическая иммобилизация азота в серой лесной почве в зависимости от агротехнических приемов/ Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М.: Изд-во МГУ, 1987. – 25 с.
2. **Кудеяров В.Н.** Цикл азота в почве и эффективность удобрений. – М. "Наука", 1989. – 215 с.
3. **Кудеяров В.Н.** Азотно-углеродный баланс в почве// Почвоведение. – 1999, № 1. – С. 73-82.
4. **Сирота Л.Б.** Влияние азотных удобрений на использование растениями азота почвы// Азот в земледелии нечерноземной полосы. – Л.: Колос. – 1973. – С. 143-181.
5. **Сорочинський В.В., Бульо В.С.** Підвищення родючості сірих лісових ґрунтів під впливом сидератів і соломи// Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. – 1999, вип. 40-41. – С. 15-20.
6. **Щербаков А.М., Кислых Е.Е.** Эффективное плодородие почв: методологические аспекты. М. Агропромиздат, 1990. – 70 с.
7. **Jansson S.L.** Traser studies on nitrogen transformations in soil with special attention to mineralization-immobilization relationships// K. Lantbrukhögsk. Ann. 1958. N 24. P. 101-361.
8. **Paul E.A., Juma N.G.** Mineralization and immobilization of soil nitrogen by microorganisms// Terrestrial nitrogen cycle: Ecol. Bull. 1981. N. 33. P. 179-185.

УДК 621.925

Доц. І.М. Гончар, канд. техн. наук – УкрДЛТУ

### СИЛИ РІЗАННЯ ПІД ЧАС ОБРОБЛЕННЯ МАСИВНОЇ ДЕРЕВИНИ АБРАЗИВНИМИ КРУГАМИ

Досліджена залежність нормальної та дотичної складових сили різання, швидкості подачі, глибини різання та характеристик абразивного інструмента (зернистості та твердості) при шліфуванні деревини берези та ясеня. Отримані регресійні моделі та проведений їх аналіз.

*Doc. I.M. Gonchar – USUFWT*

### Cutting forces during the processing of massive tree-frog by the abrasive disks

A dependence of normal and tangennt component of cuttig forces, the cutting speed, the depth of cuttind and an abrasive tool characeterisrics (granularity and hardness) have been unvestigated during the birch and ash timber grindind.

Визначення сил – важливий етап дослідження процесу шліфування, оскільки вони характеризують фізичну сторону цього надзвичайно складного виду механічної обробки. Складові сили різання – це показники, що визначають не тільки потужність приводів різання та подачі, але й мають значний вплив на шорсткість обробленої поверхні, знос та ресурс роботи абразивного інструмента.

Визначення нормальної  $P_y$  та дотичної  $P_z$  складових сили різання і при обробці деревини берези та ясеня здійснювалося в процесі реалізації В-