

---

---

# МЕЛІОРАЦІЯ І РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТІВ

---

---

МЕЛІОРАЦІЯ И ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ

MELIORATION AND SOIL FERTILITY

УДК 631.894:[631.432.32+631.432.23+631.432.27]

---

## ХАРАКТЕРИСТИКА ҐРУНТОПОЛІПШУВАЧІВ НА ОСНОВІ САПРОПЕЛЮ ТА БІОВУГІЛЛЯ ЯК МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ПОЛІПШЕННЯ ВОДНО-ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТІВ

---

---

**Скрильник Є.В.** – д.с.-г.н., с.н.с., завідувач  
лабораторії органічних добрив і гумусу,  
Національний науковий центр  
«Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»  
**Гетманенко В.А.** – к.с.-г.н., н.с.,  
Національний науковий центр  
«Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»  
**Кутова А.М.** – к.с.-г.н., с.н.с.,  
Національний науковий центр  
«Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»

Стаття висвітлює результати дослідження вологоутримуючих властивостей ґрунтополіпшувачів на основі сапропелю й біовугілля та їх вплив на повну вологоємність на прикладі піщаної культури. Обґрунтовано перспективи застосування сапропелю та біовугілля як матеріалів для поліпшення водно-фізичних властивостей ґрунтів, виходячи з їх низької водопроникності (коефіцієнт фільтрації не перевищує 3,7 мм/хв) і високої вологоємності (до 178,8%). Підвищення повної вологоємності піщаної культури за рахунок унесення ґрунтополіпшувачів досягло 190%. Виявлено позитивний вплив ґрунтополіпшувачів на основі сапропелю та біовугілля на строки в'янення рослин кукурудзи за умов дефіциту вологи.

**Ключові слова:** ґрунтополіпшувач, сапропель, біовугілля, водопроникність, вологоємність, піщана культура.

**Скрильник Е.В., Гетманенко В.А., Кутовая А.М. Характеристика почвоулучшителей на основе сапропеля и биоугля как материалов для улучшения водно-физических свойств почв**

Статья освещает результаты исследования влагоудерживающих свойств почвоулучшителей на основе сапропеля и биоугля и их влияние на полную влагоемкость на примере песчаной культуры. Обоснованы перспективы применения сапропеля и биоугля как материалов для улучшения водно-физических свойств почв, исходя из их низкой водопроницаемости (коэффициент фильтрации не превышает 3,7 мм/мин) и высокой влагоемкости (до 178,8%). Повышение полной влагоемкости песчаной культуры за счет внесения почвоулучшителей достигло 190%. Выявлено положительное влияние почвоулучшителей на сроки увядания растений кукурузы в условиях дефицита влаги.

**Ключевые слова:** почвоулучшители, сапропель, биоуголь, водопроницаемость, влагоемкость, песчаная культура.

---

***Skrylnyk Ie.V., Hetmanenko V.A., Kutova A.M. Characteristics of soil improvers based on saporpel and biochar as materials for improving water-physical properties of soils***

*The article highlights the results of the study of water-retaining properties of soil improvers based on saporpel and biochar and their influence on water holding capacity of sand. The prospects for using saporpel and biochar as materials for improving water-physical properties of soils due to their low water permeability (filtration coefficient does not exceed 3.7 mm/min) and high water holding capacity (up to 178.8%) were substantiated. An increase in water holding capacity of sand after the application of soil improvers reached 190%. A positive influence of soil improvers based on saporpel and biochar on wilting of corn plants under the conditions of moisture deficit was revealed.*

**Key words:** soil improvers, saporpel, biochar, water permeability, water holding capacity, sand culture.

**Постановка проблеми.** У сучасних агроценозах, сформованих під впливом різних антропогенних факторів, важливу роль у регулюванні родючості ґрунтів відіграє оптимальна забезпеченість культур продуктивною вологою. Для близько 80% орних земель України характерно домінування дефіцитного або періодично дефіцитного рівня зволоження.

За висновком В.В. Медведєва [1, с. 86], якщо врахувати підвищення температур навесні і швидкі втрати доступної вологи в капілярно-підвищеному стані, можна зрозуміти, чому землеробство в Україні нерідко страждає від засухи саме в критичні періоди розвитку рослин. Крім того, особливо гостро постає необхідність поліпшення водно-фізичних властивостей ґрунтів в умовах глобального потепління. Нині відомо, що застосування добрив і поліпшувачів ґрунту органічного походження забезпечує поліпшення структури ґрунту, зниження щільності, підвищення вмісту польової вологості, що позитивно впливає на умови росту й розвитку культур [2, с. 47].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Значний інтерес до поліпшувачів водно-фізичних властивостей ґрунтів викликають матеріали органічного походження, серед яких – біовугілля та сапропель. Сапропелі – це унікальні за складом органо-мінеральні озерні відкладення. Сапропелі вже довгий час досліджуються як цінна органічна сировина, завдяки колоїдній структурі, вмісту макро- та мікроелементів, гумінових кислот, тощо [3–7]. Застосування сапропелю як покращувача ґрунтів пов'язано з впливом не тільки його на агрохімічні та мікробіологічні, а й на водно-фізичні властивості ґрунтів.

Як матеріал з високою пористістю (70–80%), а також низькою еластичністю з позицій поліпшувача водно-фізичних властивостей ґрунтів активно вивчається біовугілля [8–11]. Біовугілля виробляють із різних типів біомаси (деревні відходи, рослинні залишки, органічні промислові відходи) за допомогою повільного (від хвилин до годин) і швидкого (від мілісекунд до секунд) піролізу за температури 400–900 °С [8, с. 967]. Від технологічних умов виробництва й типу біомаси залежать основні фізико-хімічні, фізичні та мікробіологічні властивості отриманого біовугілля. Аналіз літературних джерел показав, що біовугілля позитивно впливає на загальну пористість ґрунтів [12, с. 38; 13 с. 185], а також може підвищити опір ґрунтів до механічних навантажень [14, с. 230]. У роботі показано, що застосування біовугілля в дозі 4 т/га на супіщаному дерново-підзолистому ґрунті збільшує його водоутримуючу здатність у середньому на 6–15% [15, с. 219].

**Постановка завдання.** Метою дослідження є вивчення вологоутримуючих властивостей ґрунтополіпшувачів на основі сапропелю й біовугілля та їх впливу на повну вологоємність на прикладі піщаної культури. Лабораторні дослідження проведено зі зразками сапропелю, біовугілля та сумішей-ґрунтополіпшувачів на їх основі. Вихідна вологість зразка сапропелю становила 85%, біовугілля – 11%.

Масова частка органічної речовини в сапропелі – 70%, у біовугіллі – 83% на суху речовину.

Водопроникність визначали за методом насипних колонок [16, с. 251–252]. Зразки об'ємом 250 см<sup>3</sup> поміщали в скляні колонки діаметром 4 см та висотою 50 см, де підтримували напір води за принципом Маріотта. Проводився облік кількості фільтрату в часі за температури води 10 °С.

Коефіцієнти фільтрації розраховували за формулою:

$$Kt = \frac{Q * 10}{S * T},$$

де К – коефіцієнт фільтрації, мм/хв;

Q – витрата води (за кількістю зібраного фільтрату), см<sup>3</sup>;

10 – коефіцієнт перерахунку см<sup>3</sup> у мм водного стовпчика;

S – площа перерізу трубки, см<sup>2</sup>;

T – час, хв.

Вологоємність зразків визначали за методом лабораторних трубок [16, с. 213]. Рецептuru ґрунтополіпшувачів розроблялась за об'ємними відсотками і становила: 1. Ґрунтополіпшувач № 1 = 70% сапропелю + 30% біовугілля; 2. Ґрунтополіпшувач № 2 = 80% сапропелю + 20% біовугілля; 3. Ґрунтополіпшувач № 3 = 90% сапропелю + 10% біовугілля.

Ґрунтополіпшувачі вносили в піщану культуру в різних за об'ємом співвідношеннях: 1. 80% піску + 20% ґрунтополіпшувача; 2. 60% піску + 40% ґрунтополіпшувача; 3. 40% піску + 60% ґрунтополіпшувача.

Додатково в умовах вегетаційного досліді визначався строк повного в'янення рослин кукурудзи, вирощуваної на досліджуваних сумішах (пісок + ґрунтополіпшувач), за умов припинення поливу.

Математичну обробку отриманих даних проводили шляхом систематичного використання методів обчислювальної статистики за допомогою пакета програм Excel.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Водопроникність характеризує здатність зразку вбирати і пропускати через себе воду, що надходить із поверхні. Величина й характер її залежать від механічного складу і структури матеріалу. Перша фаза водопроникності характеризується вбиранням, що відбувається до повного насичення зразка. Рух води в насипних зразках під дією сили тяжіння характеризує другу фазу водопроникності – фільтрацію.

Аналіз швидкості потоку вологи крізь досліджувані зразки свідчить про високу водопроникність піску (коефіцієнт фільтрації Q становить 6,9 мм/хв). Біовугілля не так інтенсивно пропускає потік води, що надходить із поверхні (Q = 3,7 мм/хв). Найнижчим коефіцієнтом фільтрації характеризується сапропель (Q = 0,3 мм/хв), що можна пояснити високою вихідною вологістю і структурою.

Швидкість потоку вологи крізь досліджувані зразки за першу годину досліді свідчать, що біовугілля в середньому на 79% менш інтенсивно фільтрує воду порівняно з піском (рисунок 1).

Фільтрація води сапропелем зменшується на 96% порівняно з піском. Низька водопроникність сапропелю зумовлена його відмінною колоїдною структурою. Відзначається тенденція до зниження швидкості потоку води крізь біовугілля, що пов'язано з більш довгим періодом вбирання вологи зазначеним матеріалом.

Особливості порового простору біовугілля зумовлюють його найвищу вологоємність серед досліджуваних зразків (178,8%). Сапропель характеризується

повною вологоємністю на рівні 124,7%. Дослідження впливу ґрунтополіпшувачів на основі сапропелю та біовугілля на вологоємність піщаної культури показало, що максимальне підвищення повної вологоємності забезпечило внесення в пісок 60% ґрунтополіпшувача № 1 (сапропель 70% + біовугілля 30%) і ґрунтополіпшувача № 2 (сапропель 80% + біовугілля 20%) (рисунок 2). На цих варіантах вологоємність збільшилася на 185–190% порівняно з контролем. Унесення сапропелю в кількості 40 і 60% за об'ємом підвищило вологоємність піску на 100–181%.

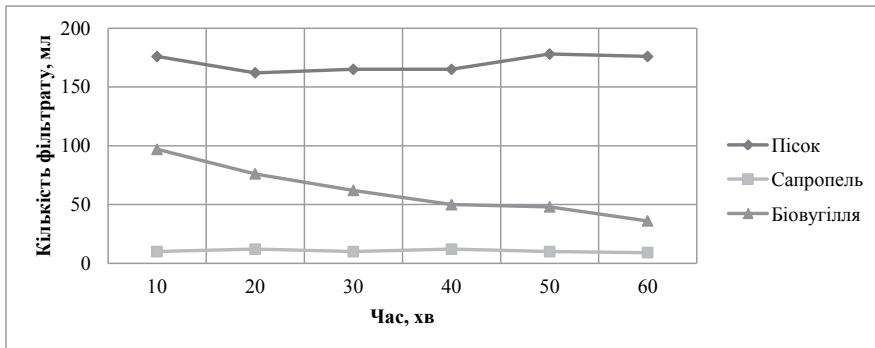


Рис. 1. Зміни водопроникності зразків у часі

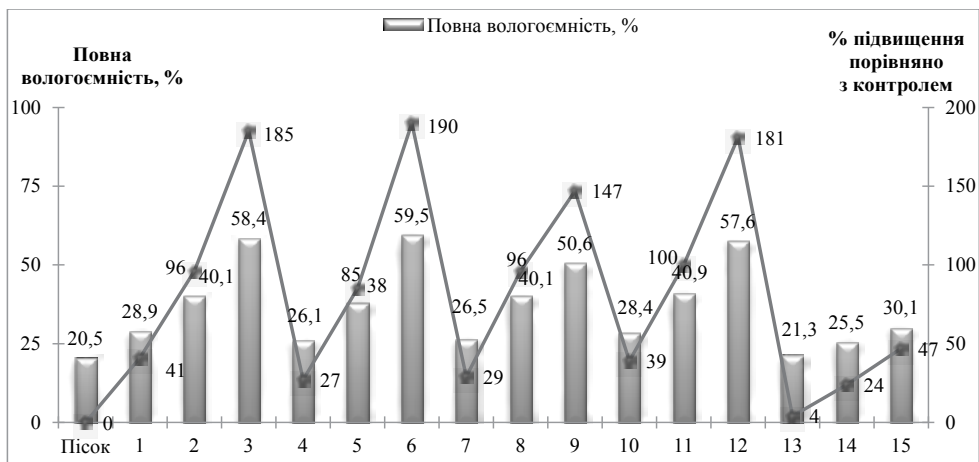


Рис. 2. Вплив ґрунтополіпшувачів на основі сапропелю та біовугілля на повну вологоємність піску

1. Пісок 80%+20% ґрунтополіпшувач № 1
2. Пісок 60%+40% ґрунтополіпшувач № 1
3. Пісок 40%+60% ґрунтополіпшувач № 1
4. Пісок 80%+20% ґрунтополіпшувач № 2
5. Пісок 60%+40% ґрунтополіпшувач № 2
6. Пісок 40%+60% ґрунтополіпшувач № 2
7. Пісок 80%+20% ґрунтополіпшувач № 3
8. Пісок 60%+40% ґрунтополіпшувач № 3
9. Пісок 40%+60% ґрунтополіпшувач № 3
10. Пісок 80%+сапропель 20%
11. Пісок 60%+сапропель 40%
12. Пісок 40%+сапропель 60%
13. Пісок 90%+біовугілля 10%
14. Пісок 80%+біовугілля 20%
15. Пісок 70%+біовугілля 30%

Отримані результати знайшли підтвердження в умовах вегетаційного дослідю. За швидкістю в'янення рослин кукурудзи після припинення поливу досліджувані варіанти можна розташувати в ряд: контроль (*найшвидше в'янення*) > пісок 80% + 20% ґрунтополіпшувач № 1; пісок 60% + 40% ґрунтополіпшувач № 1 > пісок 80% + 20% ґрунтополіпшувач № 2; пісок 60% + 40% ґрунтополіпшувач № 3; пісок 40% + 60% ґрунтополіпшувач № 3 > пісок 40% + 60% ґрунтополіпшувач № 1; пісок 60% + 40% ґрунтополіпшувач № 2; пісок 40% + 60% ґрунтополіпшувач № 2; пісок 80% + 20% ґрунтополіпшувач № 3 (*найвища стійкість до в'янення*).

**Висновки і пропозиції.** Розвиток і впровадження агротехнологій, що спрямовані на зменшення ризику втрат урожаю від дефіциту вологи в ґрунті, має першочергове значення в умовах глобального потепління. Розраховані коефіцієнти фільтрації, які характеризують швидкість потоку вологи крізь зразки, свідчать про істотно нижчу водопроникність біовугілля (на 46% порівняно з піском) і сапропелю (на 96%), що пояснюється особливостями порового простору і структурою цих матеріалів. Вивчення водопроникності зразків протягом години виявило тенденцію до зниження інтенсивності фільтрування води біовугіллям у часі.

Установлено істотне збільшення вологоємності піщаної культури після внесення ґрунтополіпшувачів на основі сапропелю та біовугілля. Максимальне підвищення повної вологоємності (майже в 3 рази порівняно з нативним піском) забезпечило внесення 60% ґрунтополіпшувача № 2 (сапропель 80% + біовугілля 20%).

Виявлено, що внесення ґрунтополіпшувачів на основі сапропелю та біовугілля забезпечує підвищення вмісту доступної для рослин вологи і сприяє більшому виживанню рослин за відсутності надходження вологи ззовні.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Медведев В.В., Лактионова Т.Н., Донцова Л.В. Водные свойства почв Украины и влагообеспеченность сельскохозяйственных культур. Харьков: Апостроф, 2011. 223 с.
2. Славгородская Д.А. Влияние органоминерального компоста на агрофизические свойства чернозема обыкновенного в посевах кукурузы. Эколог. Вестник Северного Кавказа. 2011. Т. 7. № 4. С. 42–48.
3. Бракш Н.А. Сапропелевые отложения и пути их использования. Рига: ЗИНИТНЕ, 1971. 282 с.
4. Сапропелевые удобрения / М.З. Лопотко, Г.А. Евдокимова, П.Л. Кузьмицкий, О.М. Букач. Минск: Наука и техника, 1983. 119 с.
5. Шевчук М.Й. Сапропелі України: запаси, якість та перспективи використання. Луцьк: Надстир'я, 1996. 384 с.
6. Nikolov N. Application of deep water Black Sea sediments (Sapropels) for neutralization of soil acidity at different types of acidic. J. Int. Scient. Publications. 2014. № 8. P. 454–460.
7. Соколов В.А., Чепуров А.А. Изучение влияния сапропеля на продуктивность яровой пшеницы. Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. 2018. № 1. P. 60–64.
8. Ippolito J.A., Laird D.A., Busscher W.J. Environmental benefits of biochar. J. Environ. Qual. 2012. № 41 (4). P. 967–972.
9. A model of the chemical structure of carbonized charcoal / J. Bourke, M. Manley-Harris, C. Fushimi, K. Dowaki and other. Industrial and Engineering Chemistry Research. 2007. № 46. P. 5954–5967.
10. Biochar-mediated changes in soil quality and plant growth in a three year field trial / D.L. Jones, J. Rousk, G. Edwards-Jones, T.H. DeLuca and other. Soil Biol. Biochem. 2012. № 45. P. 113–124.

11. Effects of biochar from slow pyrolysis of papermill waste on agronomic performance and soil fertility / L. Van Zwieten, S. Kimber, S. Morris, K.Y. Chan and other. *Plant Soil*. 2010. № 327 (1–2). P. 235–246.

12. Ajayi A.E., Horn R. Modification of chemical and hydrophysical properties of two texturally differentiated soils due to varying magnitudes of added biochar. *Soil and Tillage Research*. 2016. № 164. P. 34–44.

13. Impact of biochar and hydrocar addition on water retention and water repellency of sandy soil / S. Abel, A. Peters, S. Trinks, H. Schonsky and other. *Geoderma*. 2013. № 2002–2003. P. 183–191.

14. Jien S.H., Wang C.S. Effects of biochar on soil properties and erosion potential in a highly weathered soil. *Catena*. 2013. № 110. P. 225–233.

15. Влияние биоугля на свойства образцов дерново-подзолистой супесчаной почвы с разной степенью окультуренности (лабораторный эксперимент) / Е.Я. Рижия, Н.П. Бучкина, И.М. Мухина, А.С. Белинец и др. *Почвоведение*. 2015. № 2. P. 211–220.

16. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв и ґрунтов. Москва: Государственное издательство «Высшая школа», 1961. 344 с.

УДК 631.433.3

## ГАЗОВИЙ СКЛАД НАДҐРУНТОВОГО ШАРУ ПОВІТРЯ АТМОСФЕРИ ТА ЙОГО РОЛЬ У ФОРМУВАННІ ОБСЯГІВ ЕМІСІЇ ГАЗІВ З ҐРУНТУ

*Трофименко П.І.* – к. с.-г. н., доцент,

*Навчально-науковий інститут «Інститут геології»*

*Київського національного університету імені Тараса Шевченка*

*У статті досліджено газовий склад приземного надґрунтового шару повітря атмосфери та висвітлено його роль у діагностиці стану й емісійної активності ґрунтів. Подано сучасну інтерпретацію формування складу атмосферного повітря в надґрунтовому шарі в умовах агроландшафту. Висвітлено результати досліджень взаємозв'язку між концентрацією CO<sub>2</sub> на висоті 0,35–0,50 м та інтенсивністю його емісії з дерново-підзолистих та опідзолених супіщаних ґрунтів протягом холодного й теплого періодів року. На прикладі діоксиду вуглецю показано взаємозв'язок між його концентрацією в надґрунтовому шарі повітря та інтенсивністю емісії CO<sub>2</sub> з ґрунтів Полісся України протягом вегетаційного періоду сільськогосподарських культур.*

**Ключові слова:** *газовий склад, надґрунтовий шар повітря, концентрація, інтенсивність емісії газів, холодний і теплий періоди, ґрунти Полісся України.*

**Трофименко П.И.** *Газовый состав надпочвенного слоя воздуха атмосферы и его роль в формировании объемов эмиссии газов из почвы*

*В статье исследован газовый состав приземного надпочвенного слоя воздуха атмосферы и освещена его роль в диагностике состояния и эмиссионной активности почв. Представлена современная интерпретация формирования состава атмосферного воздуха в надпочвенном слое в условиях агроландшафта. Представлены результаты исследования взаимосвязи между концентрацией CO<sub>2</sub> на высоте 0,35–0,50 м и интенсивностью его эмиссии в дерново-подзолистых и оподзоленных супесчаных почвах в течение холодного и теплого периодов года. На примере диоксида углерода показана взаимосвязь между его концентрацией в надпочвенном слое воздуха и интенсивностью эмиссии CO<sub>2</sub> из почв Полесья Украины в течение вегетационного периода сельскохозяйственных культур.*

**Ключевые слова:** *газовый состав, надпочвенный слой воздуха, концентрация, интенсивность эмиссии газов, холодный и теплый периоды, почвы Полесья Украины.*