

## Influence of tillage and mineral fertilizers on soil biological activity under sweet corn crops

P.V. Lykhovyd, S.O. Lavrenko

*Kherson State Agrarian University  
Stritenska St. 23, Kherson, Ukraine*

*E-mail: [pavel.likhovid@gmail.com](mailto:pavel.likhovid@gmail.com), [lavrenko.sr@gmail.com](mailto:lavrenko.sr@gmail.com)*

*Submitted: 10.09.2017. Accepted: 17.10.2017*

The article is devoted to study of the biological activity of soil under sweet corn crops depending on tillage depth, mineral fertilizers application rate with drip irrigation in the soil-ecological conditions of the Dry Steppe Zone of Ukraine. The plan of the experiment foresaw study of such factors: A — tillage depth (moldboard plowing on 20-22 and 28-30 cm); B — mineral fertilizers application rate (no fertilizers, N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>, N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>); C — plants density (35, 50, 65, 80 plants ha<sup>-1</sup>). We used water of the Ingulets irrigation system for irrigation. The water belongs to II quality class by agronomical criteria of the DSTU 2730-94 and its suitability for irrigation is limited. We studied the soil biological activity on variants with 65 plants ha<sup>-1</sup> by the indices of its respiration rate (method of V.I. Shtatnov) and linen decomposition degree ("application" method). At the same time we have made monitoring of the soil meliorative state depending on the moldboard plowing depth by the toxic salts content, anionic-cationic composition of the aqueous soil extract. The results of the laboratory-field experiments prove that the moldboard plowing depth, mineral fertilizers application rates and soil meliorative state have an influence on its biological activity. The maximum respiration rate, which is used to characterize an activity of the aerobic microflora of the upper soil layers, was at moldboard plowing on depth of 20-22 cm at non-fertilized experimental variant — 250.0 mg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>×hour. Increase of the tillage depth and mineral fertilizers application rate significantly decreased carbonic acid emission to the atmosphere, which was the minimum of 178.3 mg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>×h. The maximum linen decomposition degree, which is used to characterize an activity of the cellulose-decomposing soil microflora, was at moldboard plowing depth of 28-30 cm at non-fertilized experimental variant — 58.3%. The tillage depth changed cellulose-decomposing soil microflora activity insignificantly. Mineral fertilizers application at the maximum rate of N<sub>120</sub>P<sub>120</sub> decreased cellulose-decomposing soil biota activity 1.7 times comparatively to non-fertilized variant. Higher toxic salts concentration (at 0.006-0.019 %), sodium ions content (at 0.15-0.38 mg-eq/100 g of soil) in the 0-50 cm layer led to decrease of the soil biological activity. We consider, that the best from the agroecological point of view is the variant with moldboard plowing depth of 28-30 cm, mineral fertilizers application rate N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>.

**Key words:** soil biological activity; soil meliorative state; mineral fertilizers application rate; tillage depth; sweet corn; drip irrigation

---

## Вплив обробітку ґрунту та мінеральних добрив на біологічну активність ґрунту під посівами кукурудзи цукрової

П.В. Лиховид, С.О. Лавренко

*ДНВЗ Херсонський державний аграрний університет  
м. Херсон, вул. Стрітенська, 23, Україна*

*E-mail: [pavel.likhovid@gmail.com](mailto:pavel.likhovid@gmail.com), [lavrenko.sr@gmail.com](mailto:lavrenko.sr@gmail.com)*

Стаття присвячена вивченню біологічної активності ґрунту під посівами кукурудзи цукрової залежно від глибини обробітку ґрунту, дози внесення мінеральних добрив за краплинного зрошення в умовах ґрунтово-екологічної зони Сухого Степу України. Схема дослідження передбачала вивчення таких факторів: А — глибина основної обробітку ґрунту (полицева оранка на 20-22 і 28-30 см); В — доза внесення мінеральних добрив (без добрив, N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>, N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>); С — густина

стояння рослин (35, 50, 65, 80 тис. шт./га). Для зрошення використовували воду Інгалецької зрошувальної системи. Дана вода належить до II класу якості за агрономічними критеріями ДСТУ 2730-94 та є обмежено придатною для зрошення. Біологічну активність ґрунту визначали на варіантах із густотою стояння рослин кукурудзи цукрової 65 тис. шт./га за показниками інтенсивності його дихання (метод В.І. Штатнова) та ступенем розкладу лляного полотна (метод "аплікації"). Паралельно здійснювали моніторинг меліоративного стану ґрунту залежно від глибини полицевої оранки за вмістом токсичних солей, аніонно-катионним складом водної витяжки ґрунту. Доведено, що глибина полицевої оранки, дози внесення мінеральних добрив і меліоративний стан ґрунту впливають на його біологічну активність. Максимальна інтенсивність дихання, що характеризує активність аеробної мікрофлори верхніх шарів ґрунту, була зафіксована за виконання полицевої оранки на глибину 20-22 см на неудобреному варіанті дослідів — 250,0 мг  $\text{CO}_2/\text{м}^2 \times \text{год}$ . Збільшення глибини обробітку ґрунту та дози внесення мінеральних добрив істотно знижували емісію вуглекислоти в атмосферу – до 178,3 мг  $\text{CO}_2/\text{м}^2 \times \text{год}$ . Максимальний ступінь розкладу лляного полотна, який характеризує активність целюлорозкладаючої мікрофлори ґрунту, було зафіксовано за полицевої оранки на глибину 28-30 см на неудобреному варіанті дослідів — 58,3%. Глибина обробітку ґрунту змінювала активність целюлорозкладаючої мікрофлори неістотно. Внесення мінеральних добрив максимальною дозою  $\text{N}_{120}\text{P}_{120}$  знижувало активність целюлорозкладаючої ґрунтової біоти в 1,7 разів порівняно з неудобреним варіантом. Вища концентрація токсичних солей (на 0,006-0,019 %), іонів натрію (на 0,15-0,38 мг-екв/100 г ґрунту) в шарі 0-50 см вела до зниження біологічної активності ґрунту за оранки на глибину 28-30 см. Кращим з агроекологічної точки зору вважаємо варіант дослідів полицевою оранкою на глибину 28-30 см та внесенням мінеральних добрив дозою  $\text{N}_{120}\text{P}_{120}$ .

**Ключові слова:** біологічна активність ґрунту; меліоративний стан ґрунту; доза внесення мінеральних добрив; глибина обробітку ґрунту; кукурудза цукрова; краплинне зрошення

## Вступ

Сучасне сільськогосподарське виробництво чинить істотний антропогенний вплив на екосистеми, суттєво зміщуючи природну рівновагу, змінюючи співвідношення між біотою в них, а інколи докорінно перетворюючи наявні природні екосистеми в нові, штучні. Одним із прикладів штучної екосистеми є агрофітоценоз, тобто створений людиною для досягнення певних господарських цілей фітоценоз (угруповання культурних рослин). Агрофітоценоз не може існувати без постійного втручання людини у регулювання внутрішніх процесів у ньому, інакше з часом він втратить своє господарське значення та поступово перетвориться на природний фітоценоз. Для підтримання агрофітоценозу в господарсько цінному стані, поліпшення його продуктивності, людина застосовує ряд агротехнічних заходів, спрямованих на його збереження. Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва призводить до того, що тиск на природні компоненти штучних агроекосистем (ґрунти, водні ресурси, тощо) щорічно зростає. В багатьох випадках нехтування елементарними нормами та правилами ведення господарської діяльності людиною виливається в природні катаклізми та екологічні катастрофи. Тому агроекологічний моніторинг сільськогосподарських угідь є необхідною передумовою упередження негативних наслідків господарювання.

Одним із найкращих опосередкованих показників рециркуляції органічної речовини (біологічної активності ґрунту) є інтенсивність його дихання (виділення  $\text{CO}_2$ ), яка на пряму залежить від життєдіяльності аеробної біоти (Gray et al., 1971). Сучасними дослідженнями встановлено, що емісія  $\text{CO}_2$  за рахунок дихання ґрунту є чи не одним із найпотужніших джерел збільшення концентрації вуглекислоти в повітрі (Gonzales-Ubierna et al., 2015). За окремими підрахунками, обсяг втраченого з ґрунту за рахунок його дихання вуглецю за період від 1850-х років до сьогодення становить близько 136 (+/- 55) млрд тон (Lal et al., 1998). На думку вчених, однією з причин швидкої емісії  $\text{CO}_2$  з ґрунту в атмосферу є надмірне застосування традиційних систем його основного обробітку, особливо — глибокої полицевої оранки. Вважається, що перехід до мінімального та нульового (no-till) обробітку ґрунту сприятиме значному зниженню інтенсивності дихання останнього. Довготривалі дослідження виявили вищу загрозу розвитку глобального потепління саме в тих районах планети, де досі переважно застосовуються традиційні системи обробітку ґрунту. Результати окремих досліджень свідчать, що система обробітку ґрунту (традиційна або no-till) сама по собі не має визначального впливу на емісію вуглекислоти в атмосферу, яка, в свою чергу, істотно змінюється залежно від вирощуваної культури, кількості рослинних решток на полі, вологості та температури (Hendrix et al., 1988).

Проте, крім обробітку ґрунту, на емісію вуглекислоти в атмосферу впливають і такі агротехнічні чинники, як вид вирощуваної культури, дози внесення мінеральних, органічних і мікродобрив, застосування ґрунтових пестицидів, бактеріальних препаратів, інокулянтів насіння, мульчування, використання сидеральних культур, інтенсивність зрошення та якість зрошувальної води, меліоративний стан, тощо (Vunemann et al., 2006). Варто враховувати, що інтенсивність дихання ґрунту істотно залежить не тільки від агротехнічних, але й від екологічних факторів, зокрема, температури, вологості, інтенсивності освітлення поверхні ґрунту, тощо (Ondrasek, Cunderlik, 2008).

Доведено, що сильний вплив на інтенсивність дихання ґрунту мають органічні добрива. Встановлено істотне поліпшення біологічної активності ґрунту за рахунок внесення органічних добрив, а також тісну кореляцію активності ґрунтової біоти з фізичними властивостями ґрунту, зокрема, шпаруватістю (Marinari et al., 2000). Виявлено тенденцію до збільшення об'єму виділеної ґрунтом вуглекислоти за збільшення доз внесення мінеральних азотних добрив, проте, окремі дослідження свідчать про зниження інтенсивності дихання ґрунту за тривалого внесення високих доз азоту

(Ondrasek, Cunderlik, 2008). Крім того, доведено істотне, зростаюче із дозою, зниження біорізноманіття ґрунтової мікрофлори за тривалого внесення мінеральних добрив (Zhou et al., 2015; Ding et al., 2016). Доведено, що високі дози внесення органічних добрив сприяють зростанню біологічної активності ґрунту, проте, суттєво зменшують різноманіття ґрунтових бактерій (Tian et al., 2015). За іншими даними тривале застосування мінеральних добрив при вирощуванні сільськогосподарських культур збільшує біомасу ґрунтової біоти на 15,1% порівняно з неудобрюваними варіантами. Зазначена закономірність порушується за умов зниження рН ґрунтового розчину нижче 5 одиниць (Geisseler, Kate, 2014). Окремі дослідники вважають, що удобрення зазвичай призводить до зростання біологічної активності ґрунту, проте, в умовах його підлучення, засолення, накопичення в ньому токсичних іонів, внесення високих доз мінеральних добрив може негативно вплинути на активність ґрунтової мікрофлори. Доведено зниження біологічної активності ґрунту за збільшення вмісту в ньому солей, особливо токсичних (Akhtaeva, Yasulbutaeva, 2014).

Окрім інтенсивності дихання, біологічну активність ґрунту оцінюють за ступенем життєдіяльності целюлорозкладаючої мікрофлори. На даний час не існує єдиної думки щодо впливу агротехнічних факторів на активність аеробної целюлорозкладаючої мікрофлори. Доведено, що систематичне застосування мінеральних добрив пригнічує ґрунтову біоту (Fenliang, 2012). За результатами останніх досліджень встановлено, що якість зрошувальної води більш сильно впливає на структуру ґрунтової мікрофлори, ніж внесення добрив (Guo et al., 2016). Доведено, що найвища активність целюлорозкладаючої мікрофлори на посівах пшениці озимої була забезпечена при вирощуванні її після еспарцету, гороху та сої - ступінь розкладання лляного полотна становив 18,6, 21,1 та 16,5 %, відповідно (Korets'kiy, 2013). Встановлено зростання біологічної активності ґрунту за ступенем розкладу лляного полотна на посівах пшениці озимої за вирощування її після чистого пару, комбінованого обробітку ґрунту та фону живлення солома + N<sub>45</sub>P<sub>60</sub>K<sub>45</sub> (Podsevalov et al., 2017).

Враховуючи строкатість наявних у фаховій науковій літературі даних щодо біологічної активності ґрунту залежно від агротехнічних факторів впливу на нього нами було вирішено дослідити її зміни залежно від глибини обробітку ґрунту та дози внесення мінеральних добрив в конкретних ґрунтово-екологічних умовах під посівами кукурудзи цукрової за краплинного зрошення.

## Матеріали і методи досліджень

Вивчення біологічної активності ґрунту виконували в рамках польових дослідів із удосконалення технології вирощування кукурудзи цукрової в ґрунтово-екологічній зоні Сухого Степу України. Польові досліді проводили протягом 2014-2016 рр. на зрошуваних землях сільськогосподарського кооперативу "Радянська земля" Білозерського району Херсонської області (46°43'42" N, 32°17'38" E) у 4-кратній повторності відповідно до вимог і стандартів методики дослідної справи в зрошуваному землеробстві (Ushkarenko et al., 2014). Розміщення варіантів дослідів здійснювали методом рендомізованих розщеплених блоків. Тематикою досліджень було передбачено вивчення таких факторів та їх взаємодії: фактор А — глибина основного полицевого обробітку ґрунту (на 20-22 і 28-30 см); фактор В — доза внесення мінеральних добрив (без добрив, N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>, N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>); фактор С — густина стояння рослин (35, 50, 65, 80 тис. шт./га).

Ґрунт дослідних ділянок — темно-каштановий слабосолонцюватий. Ґрунотворна порода — лес. Вміст гумусу у шарі ґрунту 0-50 см становив 2,5 %. Щільність складення метрового шару — 1,35 г/см<sup>3</sup>, твердої фази — 2,67 г/см<sup>3</sup>. рН ґрунтового розчину у верхніх шарах ґрунту був близький до нейтрального з тенденцією до збільшення лужності з глибиною. Гідролітична кислотність ґрунту знаходилась в межах 0,3-1,8 мг-екв на 100 г ґрунту. Ємність поглинання ґрунту становила 30-35 мг-екв на 100 г ґрунту; сума ввібраних основ — 24-28 мг-екв на 100 г ґрунту. Ступінь насиченості ґрунту основами складав 98-100 %. Карбонати скипали на глибині 50-60 см.

Вміст натрію складав 0,1-2,0 мг-екв на 100 г ґрунту. За результатами агрохімічних обстежень визначено, що вміст у ґрунті лужногідролізованого азоту за Корнфілдом — низький, рухомого фосфору (за Мачигінім) — підвищений і високий, а обмінного калію (за Мачигінім) — високий. Хімічні та фізичні властивості ґрунтів були визначені як задовільні. Ґрунтові води залягали на глибині більше 3 м.

Для зрошення використовували воду Інгулецької зрошувальної системи, що характеризується як обмежено придатна та належить до II класу якості за агрономічними критеріями згідно ДСТУ 2730-94. Це визначає небезпеку вторинного засолення, осолонцювання ґрунту при зрошенні його такою водою, вимагає ретельного меліоративного моніторингу зрошуваних ґрунтів і вживання відповідних меліоративних заходів. Якість зрошувальної води за агрономічними критеріями встановлювали відповідно до Державного стандарту України (DSTU 2730-94, 1994) за результатами лабораторних аналізів, виконаних у лабораторії Миколаївського регіонального управління водних ресурсів (табл. 1).

Кліматичні умови базового господарства є типовими для зони Сухого Степу України. Клімат помірно-континентальний, помірно спекотний, дуже посушливий. Гідротермічний коефіцієнт знаходиться в межах 0,6. Зона добре забезпечена теплом. Сума ефективних температур становить 3350 °С. Середня тривалість безморозного періоду — 195 днів; вегетаційного — 230. Середня річна кількість опадів з поправками на змочування становить 399 мм, в тому числі: у період «листопад - березень» - 254 мм, у теплий період «квітень - жовтень» - 145 мм. Характерна нерівномірність розподілу опадів, основна маса яких (до 70 %) припадає на теплий період року і випадає переважно у вигляді злив. Часто спостерігаються бездощові періоди тривалістю до 60 днів і більше (Mel'nichuk, Adamenko, 2011).

Агротехніка на дослідках була стандартною для кукурудзи цукрової, вирощуваної в умовах зрошення. Після збирання попередника (пшениця озима на зерно) виконували лущення стерні на глибину 10-12 см. Під основний обробіток ґрунту сівалкою СЗ-3,6 були внесені мінеральні добрива (аміачна селітра та амофос) відповідно до схеми дослідів.

Таблиця 1. Якість зрошувальної води в період зрошення кукурудзи цукрової (агрономічні критерії) за 2014-2016 рр.

Показники якості	Роки досліджень				Гранично допустиме значення показника	
	2014	2015	2016	Середнє	I клас	II клас
Вміст водорозчинних солей, мг/л:					I клас	II клас
- Загальний (мінералізація)	1392	1441	1422	1418	450-1000	2000-3000
- Токсичних	1028	1065	1049	1047		
- Нетоксичних	364	376	373	371		
Концентрація токсичних іонів в еСІ, мг-екв/л	10,81	10,66	10,42	10,63	<5	5-25
Відношення (Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup> ) / (Ca <sup>2+</sup> +Mg <sup>2+</sup> +Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup> )	0,47	0,47	0,49	0,48	0,5-0,7	0,4-0,6
Відношення Mg <sup>2+</sup> / Ca <sup>2+</sup>	1,31	1,74	1,37	1,47	<1,00	
Вміст хлору, мг-екв/л	8,54	8,74	8,42	8,57	10,00	
Загальна лужність, мг-екв/л	4,30	3,30	3,60	3,73	<3,5	3,5-8,5
Токсична лужність, мг-екв/л	-1,00	-1,85	-1,45	-1,43	<2,0	5,0
Показник рН	8,33	8,30	8,23	8,29	6,50-8,50	
Термодинамічні потенціали:						
pNa-0,5pCa	0,84	0,77	0,79	0,80	>1,2	1,2-0,5
pH-pNa	6,34	6,39	6,29	6,34	3-5	5-7
(pH-pNa) / (pNa-0,5pCa)	7,55	8,30	7,96	7,93	<4,2	4,2-14

Основний обробіток ґрунту було виконано на глибину 20-22 і 28-30 см відповідно до схеми досліджу. У ранньовесняний період проводили боронування. До сівби було виконано дві культивування на глибину 8-10 та 5-6 см. Під передпосівну культивування вносили гербіцид Харнес нормою 2,0 л/га. Сівба кукурудзи цукрової сорту Брусниця виконувалася сівалкою УПС-8 з міжряддям 70 см на глибину 5-6 см. Норму висіву насіння встановлювали відповідно до схеми досліджу. Догляд за посівами полягав у проведенні хімічного захисту від шкідників і контролі чисельності бур'янистої рослинності. Проводили обприскування посівів інсектицидом Карате Зеон нормою 0,2 л/га у фазу 3-5 листків культури, гербіцидом Майстер Пауер у фазу 7-8 листків нормою 1,25 л/га, інсектицидом Кораген нормою 0,1 л/га на початку викидання волоті. Передполивну вологість в активному шарі ґрунту (0-30 см до фази 7-8 листків та 0-50 см протягом решти періоду вегетації культури) підтримували на рекомендованому рівні (80 % НВ) шляхом проведення поливів через систему краплинного зрошення. Зрошувальна норма, в середньому за роки досліджень, складала 1500 м<sup>3</sup>/га.

Інтенсивність дихання ґрунту встановлювали за методом В.І. Штатнова на варіантах з густотою рослин кукурудзи цукрової 65 тис/га у 4-кратній повторності в фазу цвітіння волотей культури. У польових умовах на поверхню ґрунту без рослинності під ковпак ставили чашку Петрі з 0,1 молярним розчином NaOH (поглинач CO<sub>2</sub>), який відразу накривали ізолятором, краї якого врізали в ґрунт на глибину 1,5-2,0 см. Одночасно для контролю поруч ставили широку плоскодонну судину з розчином повареної солі під ізолятор. Через 2 години експозиції розчин поглинач зливали в конічну колбу, додавали 1 мл 20% розчину BaCl<sub>2</sub> для скріплення поглиненого CO<sub>2</sub> та титрували по фенолфталеїну 0,1Н розчином HCl. Розрахунок кількості виділеного вуглекислого газу здійснювали за формулою 1 (Arinushkina, 1970):

$$B_a = \frac{(a-b) \times k}{s \times t}, \quad (1)$$

де: B<sub>a</sub> – кількість виділеного вуглекислого газу, мг CO<sub>2</sub>/м<sup>2</sup>×год;

a – кількість 0,1 Н розчину HCl, який пішов на титрування луґу при контрольному визначенні, мл;

b – кількість 0,1 Н розчину HCl, який пішов на титрування луґу на варіанті досліджу, мл;

k – коефіцієнт для перерахунку мл 0,1 Н розчину луґу в мг CO<sub>2</sub> (2,2);

s – площа ємності-ізолятора, м<sup>2</sup>;

t – час експозиції, год.

Облік розкладу органічної речовини (активність целюлозорозкладаючих мікроорганізмів) проводили методом закладки лляних полотен («аплікації») на глибину 0,3 м через кожні 10 см у чотирьохкратній повторності на варіантах із густотою стояння рослин кукурудзи цукрової 65 тис/га. Лляні полотна перед закладкою в ґрунт висушували протягом 6 годин за температури 105°C у сушильній шафі, та визначали їх вагу на електронних терезах. Ступінь розкладення лляних полотен

мікроорганізмами ґрунту визначали на 60-й день після закладки. Полотна виймали з ґрунту, ретельно промивали над ситом, висушували у сушильній шафі, визначали вагу сухих полотен після промивки і порівнювали з вагою до закладки, визначаючи відсоток розкладеної органічної речовини (Litvinov, 2011).

Для оцінки меліоративного стану ґрунту залежно від глибини полицевої оранки ґрунтовим буром було відібрано проби з шарів 0-30 і 30-50 см на варіантах із дозою внесення мінеральних добрив  $N_{120}P_{120}$  та густотою стояння рослин 65 тис. шт./га. Хімічний іонний склад встановлювали методом водної витяжки (Arinushkina, 1970), гіпотетичний склад солей розраховували за методикою (Bazilevich, Pankova, 1972) у лабораторії Інституту зрошуваного землеробства НААН.

## Результати та їх обговорення

У результаті проведених польових і лабораторних досліджень встановлено суттєвий вплив глибини полицевої оранки, доз внесення мінеральних добрив, а також меліоративного стану, на інтенсивність дихання ґрунту та ступінь розкладу органічної речовини (активність целюлорозкладаючої мікрофлори).

Доведено, що збільшення глибини полицевої оранки та доз внесення мінеральних добрив істотно знижують інтенсивність емісії вуглекислоти в атмосферу. Так, збільшення глибини обробітку ґрунту з 20-22 до 28-30 см зменшувало кількість виділеної ґрунтом вуглекислоти на 13,28 %. Внесення мінеральних добрив максимальною дозою  $N_{120}P_{120}$  призводило до зниження інтенсивності дихання ґрунту порівняно з неудобреним варіантом дослідів на 25,01 %. Максимальна кількість виділеної ґрунтом в атмосферу вуглекислоти встановлена за полицевої оранки на глибину 20-22 см на варіанті без внесення мінеральних добрив — 250,0 мг  $CO_2/m^2 \times год.$ , а мінімальна — 178,3 мг  $CO_2/m^2 \times год.$  - за полицевої оранки на глибину 28-30 см та внесення мінеральних добрив дозою  $N_{120}P_{120}$  (табл. 2).

**Таблиця 2.** Інтенсивність дихання ґрунту на посівах кукурудзи цукрової залежно від глибини полицевої оранки та дози внесення мінеральних добрив, мг  $CO_2/m^2 \times год.$  (тут та надалі у таблицях наведено середнє за 2014-2016 рр.)

Глибина полицевої оранки, см (фактор А)	Доза внесення мінеральних добрив (фактор В)			Середнє за фактором А
	Без добрив	$N_{60}P_{60}$	$N_{120}P_{120}$	
20-22	250,0	220,1	192,7	220,9
28-30	213,7	193,1	178,3	195,0
Середнє за фактором В	231,9	206,6	185,5	

Примітка.  $НІР_{05}$ , мг  $CO_2/m^2 \times год.$ : для фактора А — 16,3; для фактора В — 16,9; для взаємодії факторів АВ — 25,7.

Подібні закономірності було встановлено і за ступенем розкладу лляного полотна. Відмінність полягає в тому, що глибина полицевої оранки неістотно впливала на активність целюлорозкладаючої мікрофлори, а тому різницею між варіантами глибини обробітку ґрунту можна знехтувати. Втім, доза внесення мінеральних добрив  $N_{120}P_{120}$  знижувала ступінь розкладу органічної речовини порівняно з неудобреним варіантом дослідів на 71,39%. Максимальна активність целюлорозкладаючої мікрофлори встановлена за полицевої оранки на глибину 28-30 см на варіанті без внесення мінеральних добрив — 58,3% (табл. 3).

**Таблиця 3.** Ступінь розкладу лляного полотна на посівах кукурудзи цукрової залежно від глибини основної обробітку ґрунту та фону живлення (%).

Глибина полицевої оранки, см (фактор А)	Доза внесення мінеральних добрив (фактор В)			Середнє за фактором А
	Без добрив	$N_{60}P_{60}$	$N_{120}P_{120}$	
20-22	57,8	46,1	33,4	45,8
28-30	58,3	48,6	34,3	47,1
Середнє за фактором В	58,1	47,4	33,9	

Примітка.  $НІР_{05}$ , %: для фактора А — 18,1; для фактора В — 10,5; для взаємодії факторів АВ — 18,3.

На нашу думку, зазначені вище закономірності можна пояснити наступним чином. Поглиблення орного шару зумовлює зниження кількості виділеної вуглекислоти за рахунок «розбавлення» верхнього, найбільш родючого та заселеного максимальною кількістю аеробної мікрофлори шару ґрунту 0-10 см менш родючим і заселеним анаеробною мікрофлорою шаром 20-30 см, чого не відбувається за меншої глибини обробітку ґрунту. Внесення мінеральних добрив приводить до істотного зниження інтенсивності дихання та активності целюлорозкладаючої мікрофлори ґрунту за рахунок зниження потреби в розкладанні органічної речовини в умовах штучного поповнення нітратної форми азоту за рахунок добрив, збільшення концентрації ґрунтового розчину. Крім того, має місце вплив меліоративного стану ґрунту. Зрошення водою II класу якості з високим вмістом солей, які мають негативний вплив на розвиток ґрунтової біоти, призводило до негативних процесів акумуляції токсичних солей та іонів у верхніх шарах ґрунту.

Вища концентрація токсичних солей (на 0,006-0,019 %), а також іонів натрію (на 0,15-0,38 мг-екв/100 г ґрунту), за



полицевої оранки на глибину 28-30 см зумовлювала зниження активності ґрунтової біоти на цьому варіанті дослідів (табл. 4, 5).

**Таблиця 4.** Вміст токсичних солей у ґрунті на посівах кукурудзи цукрової залежно від глибини його основного обробітку (%).

Глибина полицевої оранки, см	Шар ґрунту, см	Період визначення		Акумуляція солей
		сходи культури	після збирання врожаю культури	
20-22	0-30	0,083	0,128	0,045
	30-50	0,099	0,129	0,030
	0-50	0,089	0,128	0,039
28-30	0-30	0,105	0,112	0,007
	30-50	0,112	0,167	0,055
	0-50	0,108	0,134	0,026

**Таблиця 5.** Катіонно-аніонний склад водної витяжки ґрунту на посівах кукурудзи цукрової, мг-екв/100 г ґрунту.

Глибина полицевої оранки, см	Шар ґрунту, см	Аніони				Катіони		
		CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>
На період сходів культури								
20-22	0-30	—	0,65	0,27	0,77	0,48	0,30	0,92
	30-50	—	0,58	0,27	0,94	0,36	0,26	1,17
	0-50	—	0,62	0,27	0,84	0,43	0,28	1,02
28-30	0-30	—	0,54	0,19	1,09	0,32	0,14	1,36
	30-50	—	0,53	0,21	1,21	0,35	0,14	1,46
	0-50	—	0,54	0,20	1,14	0,33	0,14	1,40
Після збирання врожаю культури								
20-22	0-30	—	0,72	0,30	1,21	0,39	0,33	1,52
	30-50	0,03	0,99	0,42	1,14	0,58	0,29	1,57
	0-50	0,01	0,83	0,35	1,18	0,47	0,31	1,54
28-30	0-30	—	0,57	0,31	1,12	0,36	0,26	1,37
	30-50	—	0,53	0,37	2,02	0,48	0,26	2,18
	0-50	—	0,55	0,33	1,48	0,41	0,26	1,69

## Висновки

Результати польових і лабораторних досліджень свідчать, що кращі умови для активної життєдіяльності аеробної та целюлозорозкладаючої ґрунтової мікрофлори під посівами кукурудзи цукрової за краплинного зрошення водою II класу якості забезпечувала полицева оранка на глибину 20-22 см на неодобрених варіантах дослідів. Внесення мінеральних добрив вищою дозою істотно знижує інтенсивність дихання ґрунту, ступінь розкладу органічної речовини. Кращим з агроecологічної точки зору варіантом вважаємо: полицева оранка на глибину 28-30 см, внесення мінеральних добрив дозою N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>. Зазначене поєднання агротехнічних факторів сприятиме консервації органічної речовини ґрунту та попередженню розвитку парникового ефекту внаслідок зниження емісії вуглекислоти в атмосферу.

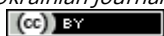
## References

- Akhtaeva, S.M.-Kh., Yasulbutaeva, I.V. (2014). Biotic soil activity of the Northern-Western Caspian region according to the salinity gradient. *Messenger of the Dagestan Scientific Centre*, 52, 40-43 (in Russian).
- Arinushkina, E.V. (1970). Guide for chemical analysis of soils. Moscow: Publishing house of Moscow university (in Russian).
- Bazilevich, N.I., Pankova, E.I. (1972). The experience of soil classification by the toxic salts and ions content. *Bulletin of V.V. Dokuchaev Soil Science Institute*, 4, 36-40.
- Bunemann, E.K., Schwenke, G.D., Van Zwieten, L. (2006). Impact of agricultural inputs on soil organisms — a review. *Australian Journal of Soil Research*, 44, 379-406.
- Ding, J., Jiang, X., Ma, M., Zhou, B., Guan, D., Zhao, B., Zhou, J., Cao, F., Li, L., Li, J. (2016). Effect of 35 years inorganic fertilizer and manure amendment on structure of bacterial and archaeal communities in black soil of northeast China. *Applied Soil Ecology*, 105, 187-195.
- Fenliang, F. (2012). Mineral fertilizer alters cellulolytic community structure and suppresses soil cellobiohydrolase activity in a long-term fertilization. *Soil Biology and Biochemistry*, 55, 70-77.
- Geisseler, D., Kate, M.S. (2014). Long-term effects of mineral fertilizers on soil microorganisms - A review. *Soil Biology and Biochemistry*, 75, 54-63.
- Gonzales-Ubierna, S., de la Cruz, M.T., Casermeiro, M.A. (2015). How do biodegradable organic residues affect soil CO<sub>2</sub> emissions? Case study of a Mediterranean agro-ecosystem. *Soil & Tillage Research*, 153, 48-58.
- Gray, T.R.G., Williams, S.T., Hughes, D.E., Rose, A.H. (1971). Microbial productivity in soil. *Microbes and biological productivity*, 255-280.
- Guo, W., Mathias, N.A., Qi, X., Li, P., Li, Z., Fan, X., Zhou, Y. (2016). Effects of reclaimed water irrigation and nitrogen fertilization on the chemical properties and microbial community of soil. *Journal of Integrative Agriculture*, 16 (3), 679-690.
- Hendrix, P.F., Chun-Ru, Han, Groffman, P.M. (1988). Soil respiration in conventional and no-tillage agroecosystems under different winter cover crop rotations. *Soil & Tillage Research*, 12(2), 135-148.
- Korets'kiy, O.E. (2013). Effect of the previous crops on soil biological activity in winter wheat crops in Leftbank Lisostep Zone. *Messenger of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 146-149 (in Ukrainian).
- Lal, R., Kimble, J.M., Follett, R.F., Cole, C.V. (1998). *The Potential for US Cropland to Sequester Carbon and Mitigate the Greenhouse Effect*. CRC Press.
- Litvinov, S.S. (2011). *Methodology of experimental work in olericulture*. Moscow: All-Russian Scientific-Research Institute of Olericulture of the Russian Academy of Agricultural Sciences (in Russian).
- Marinari, S., Masciandaro, G., Ceccanti, B., Grego, S. (2000). Influence of organic and mineral fertilizers on soil biological and physical properties. *Bioresource Technology*, 72(1), 9-17.
- Mel'nichuk, S.I., Adamenko, T.I. (2011). *Agroclimatic guide of Kherson region (1986-2005)*. Odesa: Astroprint (in Ukrainian).
- Ondrasek, L., Cunderlik, J. (2008). Effects of organic and mineral fertilizers on biological properties of soil under seminatural grassland. *Plant soil environ*, 54, 329-335.
- Podsevalov, M.I., Toigildin, A.L., Ayupov, D.E. (2017). Influence of agro techniques on biological soil activity and winter wheat yield in crop rotation in the forest-steppe of Zavolzhie region. *Messenger of Ulyanovsk State Agrarian University*, 1, 44-50 (in Russian).
- Ushkarenko, V.O., Vozhegova R.A., Goloborod'ko S.P., Kokovihin S.V. (2014). *Methodology of field experiment (Irrigated farming): Textbook*. Herson: Grin' D. S. (in Ukrainian).
- Water quality for irrigation. *Agronomical criteria: DSTU 2730-94*. (1994). Kyiv: Derzhstandart Ukrainy (in Ukrainian).
- Tian, W., Wang, L., Li, Y., Zhuang, K., Li, G., Zhang, J., Xiao, X., Xi, Y. (2015). Responses of microbial activity, abundance, and community in wheat soil after three years of heavy fertilization with manure-based compost and inorganic nitrogen. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 213, 219-227.
- Zhou, J., Guan, D., Zhou, B., Zhao, B., Ma, M., Qin, J., Jiang, X., Chen, S., Cao, F., Shen, D., Li, J. (2015). Influence of 34-years of fertilization on bacterial communities in an intensively cultivated black soil in northeast China. *Soil Biology and Biochemistry*, 90, 42-51.

---

### Citation:

Lykhovyd, P.V., Lavrenko, S.O. (2017). Influence of tillage and mineral fertilizers on soil biological activity under sweet corn crops. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7(4), 18-24.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0. License

---