

## АКТИВНІСТЬ ЦЕЛЮЛОЗОРУЙНІВНИХ БАКТЕРІЙ ЗА РІЗНИХ ОБРОБІТКІВ ҐРУНТУ ТА ПЕРЕДПОСІВНОЇ ІНОКУЛЯЦІЇ КУКУРУДЗИ

**Дацько Оксана Миколаївна**

аспірантка

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0001-9610-3087

datsko.oksana.nikol@gmail.com

**Захарченко Еліна Анатоліївна**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0002-9291-3389

elionapolis@gmail.com

*Активність, на перший погляд не помітних, целюлозуруйнівних бактерій відіграє важливу роль у житті людей. По-перше, ці мікроорганізми є редуцентами, тобто вони розкладають відмерлі рештки рослин. По-друге, під час своєї роботи вони вивільняють у атмосферу двоокис вуглецю, який рослини, у свою чергу, використовують у процесі фотосинтезу. Тому проведення досліджень із активності цієї ґрунтової біоти є дуже актуальними, особливо, коли в наші часи аграрна промисловість намагається будь-якими засобами підвищити продуктивність рослин. Наразі, на ринку з'явилася безліч біодобрив, що містять у своєму складі ефективні мікроорганізми, що мають позитивно впливати на рослину і ґрунт та задовольняти потреби агропромисловців у їх запитках. Чотири методи обробітку ґрунту та обробки насіння кукурудзи біодобривами (в рідинному та порошкоподібному стані) вивчалися в умовах чорнозему типового, м. Суми, Україна. Серед методів, що використовувались в досліді: польовий (гравіметричний й аплікаційний) та статистичний. За результатами трірічного досліді було встановлено, що вологість ґрунту перед сівбою культури майже не відрізнялась за обробітками, окрім, полицевого на глибину 25–28 см (оранка), де починаючи з глибини 50 до 100 см та на необоротному (дискування на глибину 5–8 см) на глибину від 30 до 70 см показники були вищими. Вологість ґрунту після збирання була дещо нижчою на оранці та дискуванні на глибину 5–8 см на глибині 0–30 см, водночас на інших безполіцевих обробітках вологість ґрунту була вищою. При закладанні досліді із лляним полотном за використання всіх обробіток ґрунту у шарі 0–10 см вологість була меншою, ніж у більш глибоких горизонтах. Дослідженнями активності ґрунтової біоти за використання інокулянтів та різних видів обробітку ґрунту було встановлено, що інокулянти не мали впливу на досліджувані показники. Водночас, обробіток ґрунту суттєво вплинув на розкладання полотна. Так, серед досліджуваних варіантів, найменший вплив на активність біоти виявлений при дискуванні на глибину 15–18 см на глибині 0–10 та 10–20 см. Однак, на глибині 20–30 см найнижчі показники були зафіксовані на оранці на глибину 25–28 см. Інші варіанти були приблизно на однаковому рівні. Варто додати, що було виявлено позитивну кореляцію між вологістю ґрунту та активністю целюлозуруйнівних бактерій в шарі ґрунту 0–30 см.*

**Ключові слова:** вологість ґрунту, обробка насіння, обробіток ґрунту, урожайність, добрива, біологічна активність, інокулянти, чорнозем, родючість, ризосфера.

DOI <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.1.4>

**Вступ.** У XXI столітті європейські вчені сконцентрували свою увагу на зменшенні викидів парникових газів в атмосферу. До парникових газів відносять CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, пари H<sub>2</sub>O та інші (Kumar et al., 2022). Саме такі продукти життєдіяльності виділяють в атмосферу целюлозуруйнівні бактерії внаслідок розкладання рослинних решток, після чого рослини поглинають цей вуглекислий газ для забезпечення проходження процесу фотосинтезу.

Важливість целюлозуруйнівних бактерій в орному шарі ґрунту важко переоцінити. Клітини рослин складаються із целюлози і лише завдяки цим мікроорганізмам-редуцентам, що можуть мешкати як в аеробних, так і в анаеробних умовах, відбувається розкладання рослинних решток. Чому важливо те, що серед представників цієї групи є мікроорганізми, що здатні виконувати свої функції у різних середовищах? Та тому, що при використанні полицевих обробіток ґрунту рослинні рештки накопичувались би на глибині 20–30 см, тобто

на глибину оранки. Оскільки, у шарі ґрунту на глибині від 15 см кисню немає (Kotenko et al., 2017), розкладання рослинних клітин виконують саме анаеробні організми й тому при плануванні основного обробітку ґрунту варто враховувати цей факт.

Дослідженнями впливу основного обробітку ґрунту на ґрунтові мікроорганізми, зокрема, і целюлозуруйнівні, займались доволі багато вчених (Yang et al., 2021; Malgioglio et al., 2022; Kovalenko, 2022; Mishchenko et al., 2022). Позитивний вплив інокуляції на ґрунт і самі рослини кукурудзи згадується у роботах Datsko, 2021; Chamizo et al. 2020; Ju et al., 2019, Butenko et al., 2022. Водночас, досліджень сумісного впливу інокуляції та обробітку ґрунту не так багато (Zakharchenko et al., 2021; Zakharchenko et al., 2023). Достатньо досліджень, що вивчають саме вплив добрив на мікробіоту ґрунту при вирощуванні різних культур (Zhatova & Trotsenko, 2018; Kovalchuk & Kolesnyk, 2016). Багато дослідників вивчали

особливості мікроорганізмів ризосфери різних культур при взаємодії з біотичними та абіотичними чинниками (Zhatova et al., 2019; Parfenyuk et al., 2022; Naydyonova, 2019). Рельєф і рослинність є значущими факторами, що впливають на біологічну активність ґрунту (Dindaroglu et al., 2020; Mishchenko et al., 2019).

До того ж, важливими факторами, що впливають на мікроорганізми, безсумнівно, є вологість ґрунту (Bogowik & Wyszowska, 2016 a; Sharma & Gobi, 2016; Furtak & Gałazka, 2019; Masyk, et al., 2021) і його температура (Bogowik & Wyszowska, 2016 b). Обробіток ґрунту безпосередньо впливає на розподіл вологи в профілі ґрунту, біологічну активність ґрунту, фізичні параметри ґрунту, забур'яненість посівів (Bala & Zakharchenko, 2020).

Дослідження ризосфери кукурудзи важливе, оскільки, саме мікроорганізми є лакмусовим папірцем стану ґрунту (Telichko, et al., 2020). Це доводять результати, що були отримані Тараненко С.В. (Tarapenko, 2015). За вирощування кукурудзи при використанні хімічних добрив та no-till кількість ґрунтової мікрофлори значно знизилась порівняно з плоскорізним обробітком ґрунту та органічними добривами.

Але треба відмітити, що стан ризосфери, параметри родючості ґрунту, урожайність гібридів за різних обробітків ґрунту, системи удобрення, інокуляції, буде впливати в підсумку на урожайність культури (Нгуґоріт et al., 2020; Kharchenko et al., 2019; Kharchenko et al., 2021a).

Тому, метою цього дослідження було встановити вплив обробітку ґрунту і передпосівної інокуляції насіння на активність целюлозоруйнівних бактерій в шарі ґрунту 0–30 см та встановити наявність кореляції між вологістю ґрунту та розкладанням пляного полотна.

**Матеріали і методи досліджень.** Дослідження проводились на дослідному полі Сумського національного аграрного університету із 2020 по 2022 роки. Ґрунтом, на якому проводилось вивчення активності целюлозоруйнівних бактерій, є чорнозем типовий малогумусний легкосуглинковий на лесі. Загальна площа дослідних ділянок – 1726,4 м<sup>2</sup>, повторність триразова. Попередником досліджуваної культури щороку була озима пшениця. Мінеральні добрива не вносилися в досліді, так як вирощування кукурудзи здійснюється за органічною технологією, використовуються сидерати (гречка). Пестициди також не використовуються у досліді, міжрядний обробіток проводився культиватором тричі після сівби.

Кліматичні умови за 3 роки досліджень відображені на рис. 1.

Дослід двофакторний. Фактор А – передпосівна інокуляція LEANUM (L) чи VITAMIN O7 (V), або ж контроль без обробки (K). Фактор Б – основний обробіток ґрунту восени: оборотний (О 25–28) – оранка на глибину 25–28 см (контроль); необоротний – плоскоріз на глибину 25–28 см (НО 25–28); дискування на глибину 15–18 см (НО 15–18); дискування на глибину 5–8 см (НО 5–8).

LEANUM – ґрунтовий пробіотик у рідкій формі, що містить у своєму складі ефективні мікроорганізми роду Azotobacter, Rhizobium, Bacillus, Pseudomonas та інші. Крім них, до складу інокулянту входять амінокислоти,

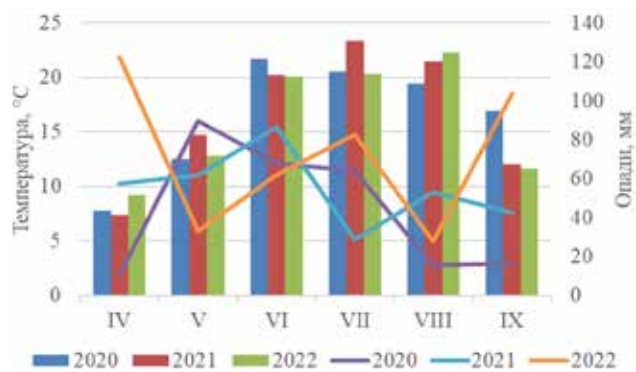


Рис. 1. Кліматичні умови вегетаційного періоду кукурудзи протягом 2020–2022 рр., де стовпчики позначають температуру, а лінії – опади

ферменти, вітаміни та органічні NPK та мікроелементи, фульвати й гумати. Склад VITAMIN O7 подібний, однак він має порошкоподібну форму. Обробка інокулянтами проводилась за три години до сівби у такій нормі: LEANUM 2 л/т, а для VITAMIN O7 50 г на посівну одиницю.

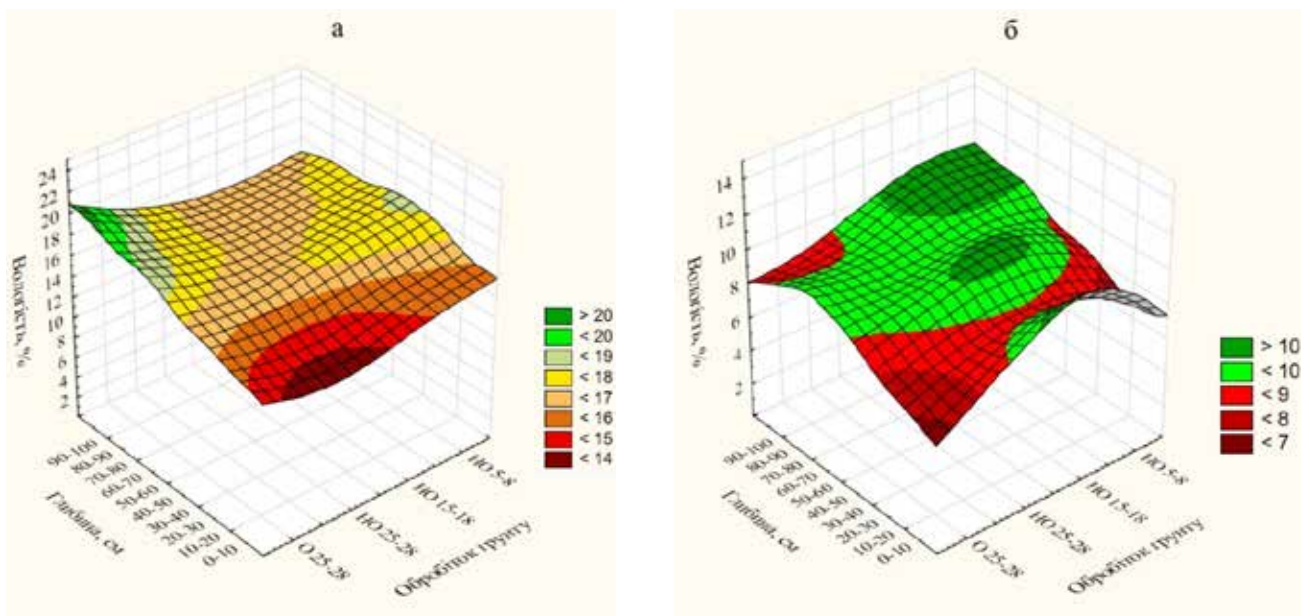
Визначення вологості ґрунту проводилось гравіметричним методом у шарі ґрунту 0–100 см. Активність целюлозоруйнівних бактерій визначали у орному шарі ґрунту 0–30 см, методом «аплікації». Для цього пляну тканину розміром 5\*7 см накривали дещо більшим пластиком, після чого закладали по три дослідних зразка на глибини 0–10, 10–20 та 20–30 см у трьохкратній повторності для кожного варіанту (рис. 2). Ступінь активності целюлозоруйнівних бактерій визначали через 60 днів після початку експерименту.

Статистичний аналіз проводили у програмі Statistica 10.0 (StatSoft Inc., Tulsa, USA).

**Результати.** Результати багатofакторного дисперсійного аналізу вказують на те, що за три роки дослі-



Рис. 2. Вигляд «аплікації» на одному із варіантів досліді



**Рис. 3. Вологість ґрунту на глибині від 0 до 100 см за різних обробітків ґрунту, де а – вологість ґрунту на час сівби; б – вологість на час збирання культури**

джен, обробіток ґрунту і глибина, на якій було відібрано зразки для визначення вмісту вологи, мали суттєве значення ( $p < 0,05$ ) як на час сівби, так і на час збирання врожаю (рис. 3).

При цьому, в середньому по горизонтах в 0–100 см за три роки ( $n=90$ ) вологість перед сівбою культури на обробітку О 25–28 була на рівні  $16,8 \pm 0,3\%$  ( $\bar{x} \pm SD$ ), для обробітку НО 25–28 вологість була на рівні  $15 \pm 0,2\%$  за

обробітку НО 15–18 вологість складала  $16,8 \pm 0,4\%$ , а при НО 5–8 –  $16,9 \pm 0,3\%$ .

Однак, вологість ґрунту після збирання була суттєво меншою, так, на обробітку О 25–28 вологість горизонту 0–100 см складала  $8,9 \pm 0,2\%$ , для НО 25–28 показник був на рівні  $8,8 \pm 0,2\%$ , вологість горизонту для НО 15–18 була  $10,2 \pm 0,4\%$ , а для НО 5–8 –  $9,0 \pm 0,2\%$  (табл. 1). Варто зазначити, що результатами аналізу MANOVA, обробіток

Таблиця 1

**Вологість ґрунту у 2020–2022 рр. за видами обробітків ( $n=9$ ),  $\bar{x} \pm SD$**

Обробіток	Глибина, см	Вологість на час сівби, %	Вологість на час збирання, %
1	2	3	4
О 25-28	0-10	$14,8 \pm 1,7$	$7,3 \pm 0,85$
	10-20	$14,2 \pm 1,6$	$8,4 \pm 1,0$
	20-30	$16,0 \pm 0,5$	$7,3 \pm 0,4$
	30-40	$16,2 \pm 1,0$	$9,0 \pm 0,6$
	40-50	$16,0 \pm 1,2$	$9,2 \pm 0,7$
	50-60	$17,5 \pm 0,5$	$9,8 \pm 0,7$
	60-70	$18,6 \pm 1,0$	$9,0 \pm 0,9$
	70-80	$18,0 \pm 0,7$	$10,4 \pm 1,0$
	80-90	$17,9 \pm 1,0$	$9,2 \pm 0,7$
НО 25-28	0-10	$12,7 \pm 0,9$	$8,3 \pm 0,6$
	10-20	$13,9 \pm 1,0$	$8,5 \pm 0,7$
	20-30	$14,7 \pm 0,9$	$7,5 \pm 0,8$
	30-40	$16,2 \pm 0,4$	$10,6 \pm 1,2$
	40-50	$16,3 \pm 1,1$	$9,4 \pm 0,6$
	50-60	$15,1 \pm 1,2$	$9,1 \pm 0,6$
	60-70	$16,5 \pm 0,4$	$7,4 \pm 1,0$
	70-80	$17,5 \pm 0,3$	$9,3 \pm 0,6$
	80-90	$16,2 \pm 0,4$	$9,3 \pm 0,9$
90-100	$16,8 \pm 0,8$	$8,2 \pm 0,7$	

1	2	3	4
НО 15-18	0-10	16,1±1,5	12,1±2,9
	10-20	15,6±1,2	7,6±0,7
	20-30	14,5±1,2	7,9±0,8
	30-40	17,6±0,4	11,0±0,9
	40-50	20,0±2,6	10,7±1,5
	50-60	16,5±0,8	12,2±1,3
	60-70	16,8±0,9	9,2±0,7
	70-80	17,1±1,4	9,9±0,8
	80-90	16,9±0,6	9,9±1,1
	90-100	16,7±1,0	11,5±1,1
НО 5-8	0-10	15,7±1,1	7,9±0,5
	10-20	15,0±0,9	7,7±1,0
	20-30	16,6±0,8	7,4±0,6
	30-40	18,2±0,5	9,1±0,5
	40-50	17,4±0,8	9,3±0,9
	50-60	18,2±1,3	9,3±0,6
	60-70	17,4±1,2	8,6±0,6
	70-80	16,0±0,4	9,7±0,8
	80-90	17,5±0,9	10,7±0,9
	90-100	17,0±0,8	9,9±0,7
р < 0,05			

Примітка:  $\bar{x}$  – середнє значення, SD – стандартна помилка, р – значущість отриманих результатів відповідно до MANOVA

та глибина, на якій аналізувалась вологість ґрунту, мали суттєве значення (р < 0,05).

Водночас, дані вологості ґрунту, при закладанні дослідів були відібрані лише у шарах 0–10... 20–30 см (табл. 2), полотно закладалося в першій декаді червня.

Вплив мікроорганізмів на розкладення лляних тканин за три роки відображено на рис. 4. Так, на обробітку НО 15–18 найбільша активність целюлозоруйнівних бактерій на контрольному варіанті відмічається на глибині 20–30 см, тоді як на варіанті V найвищий показник спостерігався на глибині 0–10 см, а на L також на глибині 10–20 та 20–30 см. На обробітку НО 25–28 на

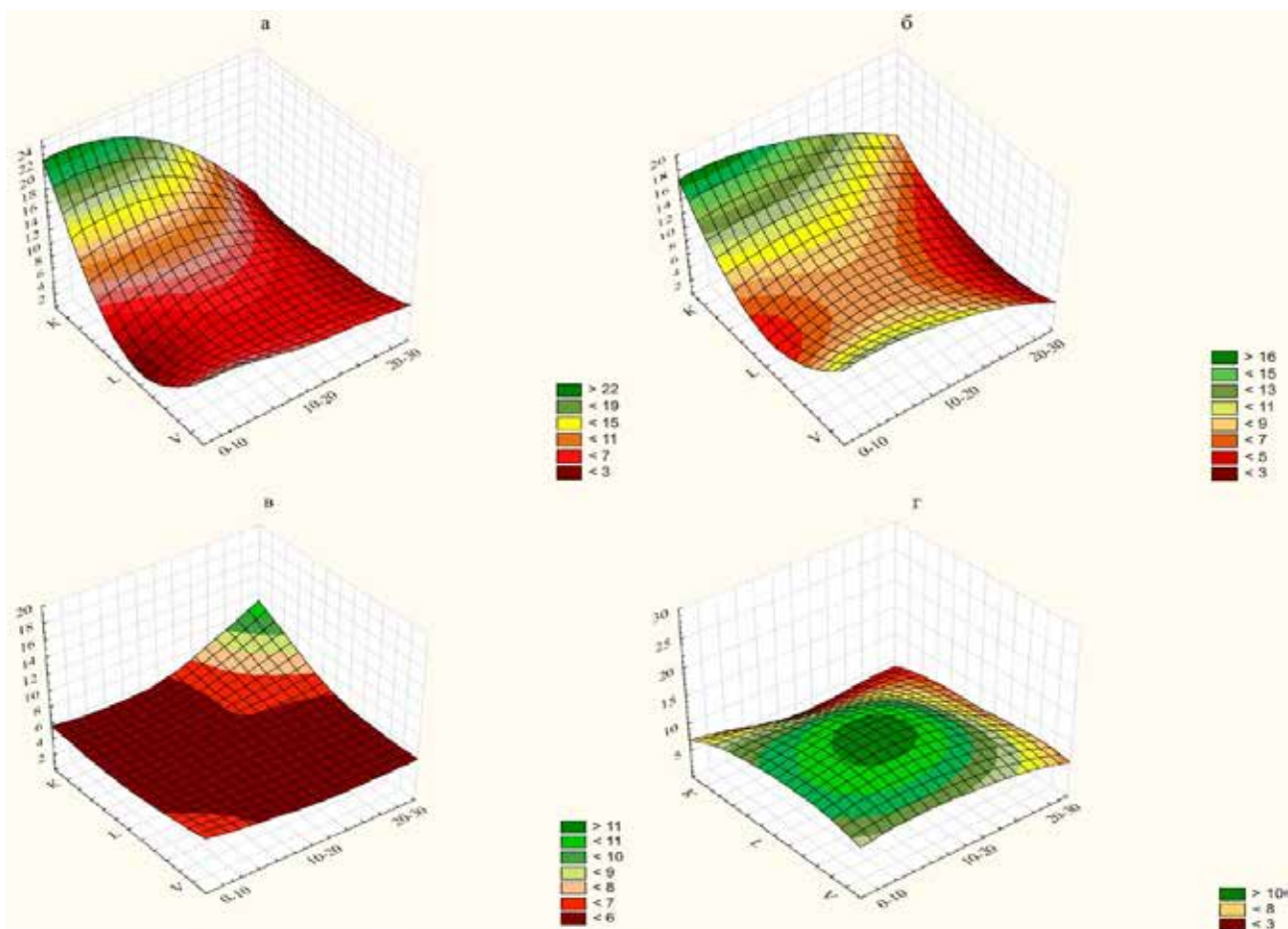
варіанті L найвища активність мікроорганізмів була відмічена на глибині 10–20 см, а на V знову ж таки на глибині 0–10 см, як і для обробітку НО 15–18. На цьому ж варіанті обробітку ґрунту, як на контрольному варіанті, так і за інокуляції L, найбільша активність ґрунтової біоти була на глибині 10–20 см. На О 25–28 найвищі показники контрольного варіанту були зафіксовані на глибині 0–10 см, водночас, на варіанті V найбільша активність була також на глибині 0–10 см, тоді як на варіанті L – на глибині 10–20 см. На варіанті обробітку ґрунту НО 5–8 і інокуляції L найвища активність ґрунтової мікробіоти зафіксована на глибині 0–10 см, а для V – на глибині

Таблиця 2

### Вологість ґрунту при закладанні дослідів у 2020–2022 рр., $\bar{x} \pm SD$

Обробіток	Глибина, см	Вологість ґрунту, %
О 25-28	0-10	7,0±0,8
	10-20	10,4±0,6
	20-30	11,1±0,9
НО 25-28	0-10	7,9±0,7
	10-20	10,4±0,6
	20-30	11,8±0,7
НО 15-18	0-10	6,8±0,8
	10-20	10,9±0,6
	20-30	11,7±0,6
НО 5-8	0-10	4,8±0,7
	10-20	10,3±0,6
	20-30	11,2±0,8
р < 0,05		

Примітка:  $\bar{x}$  – середнє значення, SD – стандартна помилка, р – значущість отриманих результатів відповідно до MANOVA



**Рис. 4.** Активність целюлозоруйнівних бактерій залежно від глибини закладання аплікації та передпосівної інокуляції насіння за варіантами обробітку ґрунту, де а – НО 15–18; б – НО 25–28; в – О 25–28; г – НО 5–8; по осі x – глибина закладання лляної тканини; по осі y – варіанти інокуляції; по осі z – відсоток втрат лляної тканини

10–20 см, тоді як на контролі найвищі показники були відмічені знову ж таки на глибині 0–10 см.

Однак, дані, що були отримані протягом трирічних досліджень вказують на те, що суттєвої активності целюлозоруйнівних бактерій завдяки інокуляції насіння не відбувалося (табл. 3). Так, найвищі показники на варіантах обробітку ґрунту О 25–28 та НО 25–28 були зафіксовані на контрольному варіанті, тобто без використання інокулянтів, проте, на варіанті НО 5–8 найбільша активність фіксувалась на варіанті інокуляції V. Водночас, на варіанті НО 15–18 не було суттєвого перевищення середніх показників активності ґрунтової біоти, окрім, як на контрольному варіанті на глибині 20–30 см. Варто зазначити, що відповідно до багатофакторного дисперсійного аналізу суттєвий вплив на активність целюлозоруйнівних бактерій виявили обробіток ґрунту і глибина закладання лляної тканини протягом експерименту, інокуляція впливу не мала.

Важливо додати, що обробіток НО 15–18 мав суттєво нижчу ( $p < 0,05$ ) активність целюлозоруйнівних бактерій на глибині 0–10 та 10–20 см, однак, на глибині 20–30 см найнижчі показники були відмічені на обробітку О 25–28, проте не мали достовірної значущості ( $p > 0,05$ ).

Для отриманих результатів волості ґрунту і відсотку втрат лляної тканини, що символізують активність целюлозоруйнівних бактерій, було проведено кореляційний аналіз для вологості ґрунту при закладанні досліджу та збору врожаю на глибині 0–10 ... 20–30 см та відсотку розкладання лляного полотна. Отримані дані свідчать про те, що кореляція між ґрунтовою вологою та активністю целюлозоруйнівних бактерій існує.

**Обговорення.** Отримані дані свідчать про те, що інокуляція не мала позитивного ефекту на целюлозоруйнівну активність ґрунту, однак, значний вплив на неї виявляє обробіток ґрунту. Можливо, такі результати з інокуляції були отримані через несприятливі кліматичні умови для мікроорганізмів, що знаходяться у досліджуваних біопрепаратах. Так, наприклад, середньомісячна температура квітня за три роки досліджень не перевищувала 10 °С, а у 2020 році на час сівби культури було надзвичайно мало опадів.

Водночас, осінній основний обробіток ґрунту мав значний ефект на активність ґрунтової біоти. Так, на глибині 0–10 та 10–20 см дані з розкладання тканини на всіх варіантах обробітку, крім НО 15–18, були на відносно однаковому рівні, в той час як вищезгаданий обро-

Втрати лляної тканини залежно від обробітку ґрунту (в середньому за 2020–2022 рр.),  $x \pm SD$  %

Варіант обробітку ґрунту	Варіант інокуляції	0–10	10–20	20–30	Критерій Дункана*
О 25-28	К	17,7 $\pm$ 4,01	15,83 $\pm$ 3,33	6,10 $\pm$ 0,61	8,61
	L	3,24 $\pm$ 0,73	3,68 $\pm$ 0,75	5,14 $\pm$ 0,57	2,09
	V	7,24 $\pm$ 1,59	6,48 $\pm$ 1,67	4,59 $\pm$ 0,75	3,55
НО 25-28	К	12,01 $\pm$ 3,26	13,21 $\pm$ 2,62	7,80 $\pm$ 1,56	7,32
	L	5,31 $\pm$ 1,49	8,17 $\pm$ 1,71	7,14 $\pm$ 1,04	4,13
	V	6,72 $\pm$ 2,75	9,78 $\pm$ 3,21	6,92 $\pm$ 1,25	7,17
НО 15-18	К	4,18 $\pm$ 0,69	4,06 $\pm$ 0,71	9,77 $\pm$ 1,88	3,49
	L	4,56 $\pm$ 0,80	5,38 $\pm$ 1,02	5,63 $\pm$ 0,53	2,30
	V	6,18 $\pm$ 1,07	5,50 $\pm$ 0,84	5,37 $\pm$ 0,74	2,57
НО 5-8	К	6,06 $\pm$ 1,34	5,08 $\pm$ 0,66	5,08 $\pm$ 1,13	3,08
	L	11,09 $\pm$ 2,18	8,65 $\pm$ 1,61	7,24 $\pm$ 1,07	4,79
	V	10,68 $\pm$ 2,64	13,12 $\pm$ 2,13	11,97 $\pm$ 2,44	6,86
Критерій Дункана*		3,61	2,97	2,03	
		$p_{\text{глибина}} = 0,018$	$p_{\text{обробіток ґрунту}} = 0,041$	$p_{\text{інокуляція}} = 0,30$	

Примітка:  $x$  – середнє значення;  $SD$  – стандартна помилка;  $p$  – значущість отриманих результатів відповідно до ANOVA; \* – для критерію Дункана вказані результати кроку 1

біток мав суттєво нижчі показники. Однак, на глибині 20–30 найнижчі показники були помічені на обробітках О 25–28 та НО 25–28, тоді як більш мілкі обробітки мали не суттєві, проте вищі значення.

Однак, дослідження інших авторів мали дещо інші результати. Так, дослідженнями Hanhur & Sakhatska (2019), що проводили дослідження на чорноземі типовому малогумусному важкосуглинковому було встановлено, що полицевий обробіток ґрунту (оранка на глибину 20–22 см) у шарі 20–30 см мали найбільші показники активності ґрунтової біоти, водночас, на глибині 10–20 см показники цього ж обробітку порівняно із іншими варіантами (плоскорізний на глибину 14–16 см та мілкий обробіток за допомогою АКШ-5,6 на глибину 12–4 см) були найнижчими. Водночас, інтенсивність розкладання тканини за оранки були вищою порівняно з іншими варіантами. Однак, дослідженнями, що проводили на чорноземі південному малогумусному середньосуглинковому при порівнянні технології No-till із оранкою на глибину 20–22 см, було встановлено, що за використання саме нульового обробітку активність біоти у товщі ґрунту 0–30 см була вища порівняно із контролем (Manushkina, et al., 2020). А дослідження впливу біодобрив на активність целюлозоруйнівних бактерій в умовах дерново-слабопідзолистого ґрунту (Kovalchuk & Kolesnyk, 2016) без врахування впливу обробітку ґрунту показали, що серед всіх варіантів найбільш дієвим засобом виявилась не інокуляція насіння, а саме інокуляція ґрунту біопрепаратом АГАТ-25. Інші дослідники при вивченні впливу добрив (мінеральних та органічних) на мікробіологічну активність ясно-сірого опідзоленого глеюватого ґрунту і застосуванням безполицевого основного обробітку ґрунту виявили, що найвищий відсоток розкладання лляної тканини був саме на ділянках із органічним удобренням (гній 50 т/га), водночас, контроль показав найнижчі

результати (Matviichuk & Matviichuk, 2018). У досліді, що проводили на чорноземі типовому важкосуглинковому на лесовидному суглинку целюлозоруйнівна активність ґрунту знижувалась разом із глибиною, також було знайдено пряму кореляцію між активністю біоти та вологістю ґрунту (Kazyuta, 2015). Однак, важливим є не лише обробіток ґрунту і добрива, що застосовуються, а й наявність рослинних решток у орному шарі (Gerpenko, 2013). Так, наприклад, у дослідженні Tokmakova, et al., 2020 навмисне вносили у ґрунт залишки рослинних решток кукурудзи у нормі 8 т/га, що оброблена суспензіями із вмістом бактерій *Bacillus*, *Microbacterium* та *Pseudomonas* й було встановлено, що такий прийом дозволив збільшити целюлозоруйнівну активність ґрунту.

Подібні результати щодо впливу основного обробітку ґрунту на вологість чорнозему типового отримано Petrenko (2020), Kharchenko et al. (2021b). В попередньому нашому літературному огляді достатньо розгорнуто вплив саме осіннього обробітку на ряд показників родючості та врожайність кукурудзи (Datsko & Zakharchenko, 2022).

**Висновки.** Вологість ґрунту перед сівбою культури за три роки майже не відрізнялась за обробітками. Дещо вище вона була на О 25–28 з глибини 50 до 100 см та на НО 5–8 від 30 до 70 см. Вологість ґрунту після збирання була дещо нижчою на обробітках О 25–28 та НО 5–8 на глибині 0–30 см, водночас на інших безполицевих обробітках вологість ґрунту була вищою. При закладанні дослідів із лляною тканиною за використання всіх обробітків ґрунту у шарі 0–10 см вологість ґрунту була меншою, ніж у більш глибоких горизонтах.

Трирічними дослідженнями активності ґрунтової біоти за використання інокулянтів та різних видів обробітку ґрунту було встановлено, що інокулянти не мали впливу на досліджувані показники. Водночас, обробіток ґрунту суттєво вплинув на розкладання тканини. Так,

серед досліджуваних варіантів, найменший вплив на активність біоти був на обробітку НО 15–18 на глибині 0–10 та 10–20 см. Однак, на глибині 20–30 см найнижчі показники були зафіксовані на обробітку О 25–28. Інші

варіанти були приблизно на однаковому рівні. Варто додати, що було виявлено позитивну кореляцію між вологістю ґрунту та активністю целюлозоруйнівних бактерій в шарі ґрунту 0–30 см.

#### **Бібліографічні посилання:**

1. Bala, M. I. & Zakharchenko, E. A. (2022). Which ways of soil tillage are the best for crops? *Science of XXI century: development, main theories and achievements*, 1, 80–82. doi: 10.36074/scientia-24.06.2022
2. Borowik, A. & Wyszowska, J. (2016a). Soil moisture as a factor affecting the microbiological and biochemical activity of soil. *Plant, Soil and Environment*, 62(6), 250–255. doi: 10.17221/158/2016-PSE
3. Borowik, A. & Wyszowska, J. (2016b). Impact of temperature on the biological properties of soil. *International agrophysics*, 30(1), 1–8. doi: 10.1515/intag-2015-0070
4. Butenko, A. O., Hunin, S. I., Omelchenko, O. P., Filonenko, A. A., & Pidluzhnyi, T. E. (2022). Realizatsiia produktyvnoho potentsialu kukurudzy na zerno za rakhunok optymizatsii systemy udobrennia. [Realization of the productive potential of corn for grain due to optimization of the fertilization system]. The 12th International scientific and practical conference “Current challenges, trends and transformations, (13–16 December 2022), 20–24. <https://doi.org/10.46299/isg.2022.2.12>
5. Chamizo, S., Adessi, A., Certini, G., & De Philippis, R. (2020). Cyanobacteria inoculation as a potential tool for stabilization of burned soils. *Restoration Ecology*, 28, 106–114. doi: 10.1111/rec.13092
6. Datsko, O. M. (2021). Roslynni probiotyky: vplyv na roslyny v umovakh stressu. [Plant probiotics: effect on crops under stress]. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Agronomy and Biology*, 43(1), 10–18. doi: 10.32845/agrobio.2021.1.2
7. Datsko, O. M. & Zakharchenko, E. A. (2022). The characteristics of tillage methods under maize cultivation. *Agrarian innovations*, 13, 46–52. doi: 10.32848/agrar.innov.2022.13.7
8. Dindaroglu, T., Tunguz, V., Babur, E., Alkharabsheh, H.M., Seleiman, M.F., Roy, R., & Zakharchenko, E. (2022). The use of remote sensing to characterise geomorphometry and soil properties at watershed scale. *International Journal of Global Warming*, 27(4), 402–421. doi: 10.1504/IJGW.2022.10049112
9. Furtak, K. & Gałazka, A. (2019). Edaphic factors and their influence on the microbiological biodiversity of the soil environment. *Postępy Mikrobiologii-Advancements of Microbiology*, 58(4), 375–384. doi: 10.21307/PM-2019.58.4.375
10. Gepenko, O. V. (2013). Tseliulozolytichna aktyvnist ґрунту v riznykh korotkorotatsiinykh sivozminakh [Cellulosolytic activity of soil in different korotkorotatsionnykh crop rotations]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya “Soil science, agrochemistry, farming, forestry, ecology of soil”*, 1, 176–180. URL: [https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/12322/1/vkhnau\\_grunt\\_2013\\_1\\_40.pdf](https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/12322/1/vkhnau_grunt_2013_1_40.pdf)
11. Hanhur, V., & Sakhatska, V. (2019). Mikrobiolohichna aktyvnist ґрунту za riznykh sposobiv obrobittu. [Soil microbiological activity under different tillage methods]. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (4), 13–19. doi: 10.31210/visnyk2019.04.01
12. Hryhoriv, Ya. Ya., Butenko, A. O., Davydenko, G. A., Radchenko, M. V., Tykhonova, O. M., Kriuchko, L. V. & Hlupak, Z. I. (2020). Productivity of sugar maize of hybrid Moreland F1 depending on technological factors of growing. *Ukr J Ecol*, 10, 268–272. doi: 10.15421/2021\_84
13. Ju, W., Liu, L., Fang, L., Cui, Y., Duan, C. & Wu, H. (2019). Impact of co-inoculation with plant-growth-promoting rhizobacteria and rhizobium on the biochemical responses of alfalfa-soil system in copper contaminated soil. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 167, 218–226. doi: 10.1016/j.ecoenv.2018.10.016
14. Kazyuta, A. A. (2015). Tseliulozoruinivna aktyvnist chornozemu typovoho [Activity of typical chernozem on the destruction of cellulose]. *Bulletin of Kharkiv National Agrarian University, Seriya “Soil science, agrochemistry, farming, forestry, ecology of soil”*, 2, 159–169.
15. Kharchenko, O., Zakharchenko, E., Kovalenko, I., Prasol, V., Pshychenko, O. & Mishchenko, Y. (2019). On problem of establishing the intensity level of crop variety and its yield value subject to the environmental conditions and constraints. *AgroLife Scientific Journal*, 8(1), 113–119.
16. Kharchenko O. V., Petrenko, S. V., Sobko, M. G., Medvid, S. I. & Zakharchenko, E. A. (2021a). Nutrients use efficiency by modern hybrids of maize under arid conditions of the Forest-Steppe. *Agrochemistry and Soil Science*, 91, 49–58. doi: 10.31073/acss91-06
17. Kharchenko, O., Petrenko, S., Sobko, M., Medvid, S., Zakharchenko, E. & Pshychenko, O. (2021b). Models of quantitative estimation of sowing density effect on maize yield and its dependence on weather conditions. *Scientific papers. Series A. Agronomy*, LXIV (2), 224–231.
18. Kovalchuk, N. S. & Kolesnyk, T. M. (2016). Zminy tseliulozolytichnoi aktyvnosti dernovo-slabopodzolistoho hruntu pid vplyvom mikrobiolohichnykh preparativ [Changes of sod-podzolic soils cellulolytic activity under the microbiological preparation influence]. *Bulletin National University of Water and Environmental Engineering*, 1(73), 30–38.
19. Kovalenko, O. (2022). Vplyv biodestruktora sterni ekosfern na mikrobiolohichni pokaznyky hruntu za riznoho obrobittu [The influence of ecosystem stubble biodestructor on soil microbiological parameters under different tillage]. *Grail of Science* (20), 72–75. doi: 10.36074/grail-of-science.30.09.2022.011
20. Kotenko, S. S. (2017). Obgruntuvannia dotsilnosti vykorystannia inokuliatsii ґрунту mikroorhanizmy v orhanichnomu zemlerobstvi [Justification of the feasibility of using soil inoculation with microorganisms in organic farming]. *Materialy III Mizhnarodnoi naukovopraktychnoi konferentsii «Ovochivnytstvo i bashtannytstvo: istorychni aspekty, suchasnyi stan, problemy i perspektyvy rozvytku, 13–14 March 2017*, 1, 144–156.

21. Kumar, A. S. (2022). Impact of COVID-19 on greenhouse gases emissions: A critical review. *Science of the total environment* 806(1), 150349. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150349>
22. Malgioglio, G., Rizzo, G., Nigro, S., Lefebvre du Prey, V., Herforth-Rahmé, J., Catara, V., & Branca, F. (2022). Plant-Microbe interaction in sustainable agriculture: the factors that may influence the efficacy of PGPM application. *Sustainability*, 14(4), 2253. doi: 10.3390/su14042253
23. Manushkina, T., Drobotko, A., Kachanova, T., Heraschenko, O. (2020). Ecological features of No-till technology in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine, *Ukrainian Black Sea region agrarian science*, (4), 47–53. doi: 10.31521/2313-092X/2020-4(108)
24. Masyk, I., Karabut, A., Nedielnitsyna, D., Pylypenko, Yu., & Ustymenko, V. (2021). Volohist hruntu v zalezhnosti vid elementiv tekhnolohii vyroshchuvannya vivsa v umovakh livoberezhnogo lisostepu Ukrainy [Soil moisture depending on the elements of oat cultivation technology in the conditions of the left-bank forest-steppe of Ukraine]. *Ricerche scientifiche e metodi della loro realizzazione: esperienza mondiale e realta domestiche*, 1, 100–102. doi: 10.36074/logos-12.11.2021.v1.26
25. Matviichuk, B. V. & Matviichuk, N. G. (2018). Biologichna aktyvnist yasno-siroho lisovoho hruntu [Biological activity of clear gray forest soil for different potato fertilizer systems]. *Zemlerobstvo*, 1(94), 15–20.
26. Mishchenko, Y., Kovalenko, I., Butenko, A., Danko, Y., Trotsenko, V., Masyk, I., Radchenko, M., Hlupak, Z., Stavtyskyi, A. (2022). Microbiological activity of soil under the influence of post-Harvest siderates. *Journal of Ecological Engineering*, 23(4), 122–127. doi: 10.12911/22998993/146612
27. Mishchenko, Y. G., Zakharchenko, E. A., Berdin, S.I. et.al. (2019). Herbological monitoring of efficiency of tillage practice and green manure in potato agrocenosis. *Ukrainian journal of ecology*, 9(1), 210–219.
28. Naydyonova, O. E. (2019). Poiednane zastosuvannya biopreparativ udobriuvainoi ta zakhysnoi dii v orhanichnomu zemlerobstvi [Combined use of biopreparations with fertilizing and protective action in organic farming]. *Biologically active preparations for plant growing. Scientific background – recommendations – practical results: Materials of the XV International Scientific and Practical Conference. Kyiv, 25–29 June 2019 / eds M.V. Patyka et. al.*, 134.
29. Parfenyuk, A., Kosovska, N., Borodai, V., Turovnik, Yu. (2022). Korenevi ekzometabolity, yak ekolohichni chynnyk u vzaiemodii kulturnykh roslyn z gruntovymy mikroorhanizmy [Root exometabolites as an ecological factor in the interaction between cultivated plants and soil microorganisms]. *Agroecological journal*, 3, 62–74. doi: 10.33730/2077-4893.3.2022.266410
30. Petrenko, S. V. (2020). Soil water regime in the fields of corn fields under different tillage practices. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The series: Agronomy and Biology*, 3(41), 23–32. doi: 10.32845/agrobio.2020.3.3
31. Sharma, S., & Gobi, T. A. (2016). Impact of drought on soil and microbial diversity in different agroecosystems of the semiarid zones. In: K. Hakeem, M. Akhtar, & S. Abdullah (eds), *Plant, Soil and Microbes*, 149–162. Cham: Springer. doi: 10.1007/978-3-319-27455-3\_8
32. Taranenko, S. V. (2015). Vplyv riznykh tekhnolohii vyroshchuvannya kukurudzy na gruntovi mikroorhanizmy [Influence of different corn growing technologies on soil microorganism]. *Naukovi dopovidi Natsionalnoho universytetu biore-sursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy*, 4. URL: [https://nd.nubip.edu.ua/2015\\_4/16.pdf](https://nd.nubip.edu.ua/2015_4/16.pdf)
33. Telichko, L.P. (2020). Analiz ryzosferneho mikrobiomu tsukrovoi kukurudzy za vplyvu khimichnykh i biologichnykh protruinykiv [Analysis of rhizosphere microbiome of sugar maize under the influence of chemical and biological seeds treatment pesticides]. *Scientific reports of NULES of Ukraine, Series «Biology, biotechnology, ecology»*. 4(86). doi: 10.31548/dopovidi2020.04.007
34. Tokmakova, L. M., Larchenko, I. V. & Kovpak, P. V. (2021). Mikrobiologichni protsesy transformatsii roslynnykh reshtok kukurudzy za introduktsii v ahrotsenozy mikroorhanizmiv-destruktoriv orhanichnoi rechovyiny [Microbiological processes of transformation of corn plant residues under introduction of destructing microorganisms in the agrocenoses]. *Agricultural Microbiology*, 32, 35-47. doi: 10.35868/1997-3004.32.35-47
35. Yang, T., Lupwayi, N., Marc, S., Siddique, K., & Bainard, L. (2021). Anthropogenic drivers of soil microbial communities and impacts on soil biological functions in agroecosystems. *Global Ecology and Conservation*, 27, e01521. doi: 10.1016/j.gecco.2021.e01521
36. Zakharchenko, E., Datsko, O., Shevchenko, M., & Kalnaguz, A. (2021). Cellulose-destroying bacteria's activity of chernozem soils by different methods of tillage and Leanum usage. *Book of abstracts 2nd International multidisciplinary conference for young researchers «Sustainable Development Trends and Challenges under COVID-19»*, 26–27.
37. Zakharchenko, E., Datsko, O., Mishchenko, Y., Melnyk, A., Kriuchko, L., Rieznik, S., & Hotvianska, A. (2023). Efficiency of biofertilizers when growing corn for grain. *Modern Phytomorphology*, 17, 50-56. doi: 10.5281/zenodo.2023-17-200117
38. Zhatova, H., Bondarieva, L., & Kopyk, Y. (2019). Osoblyvosti ryzosfernoi mikrobioty likarskykh roslyn. [Features of the rhiospheric microbiota of medicinal plants]. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Agronomy and Biology*, 4(38), 61-65. doi: 10.32845/agrobio.2019.4.9
39. Zhatova, H. O., Trotsenko, V. I. (2018). The structure of micromycetes communities in crop rotations with sunflower. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(1), 859-864. doi: 10.15421/2017\_285

**Datsko O. M.**, PhD student, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

**Zakharchenko E. A.**, PhD (Agricultural Sciences), Assistant, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

**Activity of cellulose-decomposing bacteria under different soil tillage and pre-sowing inoculation of corn**

*The activity of cellulose-destroying bacteria plays an important role in people's lives. First, these microorganisms are decomposers, it means that they decompose dead plants' residues. Secondly, during their work, they release carbon dioxide into the atmosphere, which plants, in turn, use in the process of photosynthesis. Therefore, conducting research on*



*the activity of this soil biota is very relevant. Especially when nowadays the agrarian industry tries by any means to increase the productivity of plants. Currently, many biofertilizers containing effective microorganisms have appeared on the global market, which should have a positive effect on the plant and soil and satisfy the needs of agricultural producers in their requests. Four methods of tillage and two way of seed treatment of biofertilizers (inoculation by liquid and powder form) were used for corn cultivation technology. Soil of research plots is black soil silty loam, Sumy, Ukraine. Among the methods used: field (gravimetric and "applications") and statistical methos were used in this research. According to the results of a three-year experiment, it was established that the soil moisture in sowing time did not dipend on tillage, except for reversible till to a depth of 25–28 cm (plowing), where starting from a depth of 50 to 100 cm and non-reversible (disking to a depth of 5–8 cm) at a depth of 30 to 70 cm, the indices were higher. Post-harvest soil moisture was slightly lower in plowing to a depth of 25–28 cm and non-reversible (disking to a depth of 5–8 cm) at a depth of 0–30 cm, while soil moisture was higher in other non-rotating treatments. When setting up an experiment with a linen cloth using all soil treatments in the 0–10 cm layer, the humidity was lower than in deeper horizons. Studies of the activity of soil biota with the use of inoculants and different types of tillage set up that inoculants had no effect on the studied indices. At the same time, tillage significantly affected the decomposition of the canvas. Thus, the least impact on the activity of the biota was irreversible tillage (disking 15–18 cm) at a depth of 0–10 and 10–20 cm. However, at a depth of 20–30 cm, the lowest indices were obtained for the tillage of plowing 25–28 cm. Other options were approximately at the same level. It should be added that a positive correlation was found between soil moisture and the activity of cellulose-degrading bacteria in the 0–30 cm soil layer.*

**Key words:** soil moisture, seed treatment, tillage, fertilizers, biological activity, inoculants, chernozem, fertility, rhizosphere.