

ВПЛИВ СИСТЕМИ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ НА ВОДНО-ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТУ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЛЮЦЕРНИ В УМОВАХ ЗРОШЕННЯ

ТОМНИЦЬКИЙ А.В. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-7820-4383

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

ГРАНОВСЬКА Л.М. – доктор економічних наук
orcid.org/0000-0001-7021-3093

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

ЛИХОВИД П.В. – доктор сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-0314-7644

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Люцерна є однією з цінних багаторічних бобових кормових культур, що культивується в Україні та багатьох країнах світу. Своєму широкому поширенню вона зобов'язана таким господарсько цінним ознакам як висока продуктивність і поживна цінність зеленої біомаси, а також позитивний вплив на агрофізичні властивості ґрунту та його родючість, оскільки люцерна сприяє формуванню сприятливого водного та повітряного режимів ґрунту, відіграє роль структуроутворюючої культури та акумулює азот завдяки активному симбіозу з бульбочковими бактеріями в ризосфері. Крім того, люцерна є доволі невибагливою культурою, і здатна зростати та давати гарні врожаї в широкому діапазоні ґрунтово-кліматичних зон. Втім, стрімкі кліматичні трансформації та пов'язані з ними негативні зміни агроекологічних умов вирощування вимагають перегляду агротехнології люцерни, зокрема, на півдні України, де внаслідок глобального потепління істотно змінився розподіл температур і опадів, суттєво підвищилися показники потенційної та референтної евапотранспірації, а також відбуваються супутні трансформації властивостей ґрунтів під впливом агрокліматичних і антропогенних процесів, що можуть впливати на продуктивність культури та якість кормів [1, 2].

Одним із важливих агротехнічних елементів є основний обробіток ґрунту. Він відіграє важливу роль у формуванні механічних, водно-фізичних, фізико-хімічних властивостей ґрунту, а також опосередковано здатен впливати на його родючість. Крім того, саме основний обробіток ґрунту відповідає за створення оптимальних умов розвитку кореневої системи рослин, що є значущим фактором їх продуктивності, а також відіграє чи не ключову роль у секвестрації органічного вуглецю, регуляції життєдіяльності та формуванні видового складу ґрунтової мікробіоти, визначає інтенсивність біологічних процесів у ґрунті та регулює інтенсивність і кількість викидів парникових газів із поверхні ґрунту в атмосферу, а отже, має кліматотворчі та біоеколо-

гічні ефекти [3, 4]. Враховуючи недостатню вивченість проблематики основного обробітку ґрунту під люцерну в зрошуваних сівозмінах півдня України в сучасних агрокліматичних умовах, а також важливість даної багаторічної бобової кормової культури для агропромислового сектору України (як для галузі рослинництва та землеробства, так і для тваринництва) дане питання є актуальним і потребує наукового вирішення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Питання основного обробітку ґрунту під люцерну є вивченим недостатньо. На сьогоднішній день бракує наукових робіт щодо встановлення оптимальних параметрів основного обробітку для забезпечення максимальної продуктивності культури за збереження оптимальних агрофізичних, агрохімічних і агроеліоративних показників ґрунту, а також відповідності технології вирощування вимогам сталого розвитку в системах кліматично орієнтованого сільського господарства.

За словами Коваленка, основним видом обробітку ґрунту під люцерну є глибока зяблева оранка, що супроводжується наступними луценням, а обробку в залежності від рівня потенційної забур'яненості поля. При цьому якнайкраще використовувати оборотні плуги. Іншим популярним та раціональним варіантом є безполицевий плоскорізний обробіток ґрунту, а от дискування вважається доцільним лише за умови післяжнивного або післяжнивного вирощування люцерни [5].

Насправді, полицева зяблева оранка є традиційним способом основного обробітку ґрунту під люцерну, і більшість сучасних дослідників в Україні досі використовують її у якості стандартного [6], не дивлячись на його недоліки, які полягають у високій енергоємності, низькій економічній ефективності та високих кліматичних ризиках. До переваг зяблевої глибокої оранки можна умовно віднести ліпший контроль бур'янів (оскільки використання гербіцидів на посівах кормової люцерни – питання доволі складне та дискусійне) і шкідників; крім того, оранка

буде незамінною для загортання великої кількості рослинних решток попередника або використання органічних добрив, зокрема, внесенні гною з метою стимулювання азотфіксації та поліпшення продуктивності культури [7, 8].

Дещо більшу увагу проблематиці формування раціональної системи основного обробітку ґрунту під люцерну приділено в працях закордонних науковців. Зокрема, одне з останніх масштабних досліджень засвідчило повну невідповідність систем нульового обробітку ґрунту біологічним вимогам культури, яка істотно втрачала продуктивність у порівнянні з усіма іншими варіантами основного обробітку, особливо – роторного безполицевого strip-till, де різниця врожайності зеленої маси сягнула 20,8%. Крім того, раціональний роторний та безполицевий strip-till забезпечив покращення агрофізичних параметрів ґрунту, оптимізацію використання зрошувальної води та секвестрацію органічного вуглецю, що є ключовим у сучасному світі дефіцитів природних водних ресурсів і загострення кліматичної кризи [9]. Водночас, варто зазначити істотний вплив екологічних умов виконання досліджень на їх результати, оскільки інша сучасна наукова робота з вивчення впливу різних систем основного обробітку ґрунту під люцерну доводить відсутність істотної різниці в продуктивності культури за нульового та традиційного обробітку ґрунту. Єдиним істотним фактором, що визначав перевагу оранки, був рівень забур'яненості посівів люцерни, який був істотно вищим за нульового обробітку ґрунту [10].

Враховуючи недостатню вивченість питання в агроекологічних умовах України та відсутність одностайної наукової думки щодо оптимального способу основного обробітку ґрунту під посіви люцерни в умовах зрошення, актуальність тематики досліджень не викликає сумнівів.

Мета. Метою роботи є встановлення впливу різних систем основного обробітку ґрунту під люцерну в сівозміні на зрошуваних землях півдня України на водно-фізичні властивості ґрунту, а також визначити найбільш ефективні ґрунтообробні знаряддя для створення оптимальних умов реалізації потенційної продуктивності сучасних сортів люцерни.

Матеріали та методика досліджень. Польові досліді закладено та проведено на дослідному полі Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН, розташованому в зоні Південного Степу України на Інгулецькому зрошуваному масиві. Для даної ґрунтово-екологічної підзони характерними є недостатня кількість опадів і нерівномірність їх надходження, висока температура повітря впродовж вегетаційного періоду, низька відносна вологість повітря, часті суховії, тривалі періоди повітряної та комбінованої ґрунтової та повітряної посухи.

ґрунт дослідних ділянок – темно-каштановий середньосуглинковий з вмістом гумусу в орному шарі 2,4%, загального азоту – 0,17%, валового фосфору – 0,09%, рН водяної витяжки – 6,8 (нейтральна). В цілому ґрунт можна охарактеризувати як сприятливий для вирощування основних сільськогосподарських культур включно з люцерною.

Біологічний матеріал люцерни у досліді – районований для зони Степу сорт Унітро. Технологія вирощування культури (крім досліджуваних способів основного обробітку) була загально визнана для зрошуваних умов Степу України. Повторність досліді чотириразова, площа посівної ділянки – 450 м², облікової – 50 м².

У досліді вивчали 3 системи основного обробітку ґрунту з різними способами і глибиною розпушування:

– система різноглибинного полицевого основного обробітку ґрунту з глибиною розпушування 20-22 см під люцерну (плуг ПЛН-5-35);

– система різноглибинного безполицевого основного обробітку ґрунту з глибиною розпушування 20-22 см під люцерну (плуг чизельний ПЧ-2,5);

– система одноглибинного мілкого (12-14 см) безполицевого обробітку ґрунту (дискова борона важка БДВП-6,3).

Вивчення впливу обробітку ґрунту на його властивості та продуктивність культури виконувалося на фоні органо-мінеральної системи удобрення в розрахунку N₁₂₀P₆₀ за використання побічної продукції пшениці озимої у якості органічного добрива.

Науково-дослідна робота виконувалася за чинними стандартами методики дослідної справи в агрономії [11, 12]. Глибину обробітку ґрунту визначали від краю необробленої борозни до її дна за допомогою борозноміра, на кожній ділянці робили не менше 50 вимірювань. Після визначення середньої глибини на кожній ділянці досліді визначали коефіцієнт рівномірності обробітку й оцінювали за п'ятибальною шкалою [13].

Щільність складення ґрунту визначали за методикою ріжучого кільця в шарах 0-10, 10-20, 20-30 та 30-40 см у весняний період та перед збиранням урожаю. Повторність визначення 4-8 разова, об'єм циліндра – 50 см³. Для визначення щільності складення ґрунту зразки брали в підготовленому для цього ґрунтовому розрізі глибиною 40 см через кожні 5 см. При вдавлюванні кільця в ґрунт уникали його ущільнення. Коли всі кільця вдавнені в ґрунт, їх обережно підкопували і ножем зрізали зайвий ґрунт, а ґрунт, що знаходився в межах кільця пересипали в алюмінієві бюкси, висушували до абсолютно сухого стану. Після проведення контрольного зважування результати записували в журнал [14].

Пористість ґрунту – розрахункова величина, яка визначається в шарах ґрунту 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 см за формулою (1):

$$P = (1 - \frac{\Sigma}{\Sigma \text{ тв. ф. }}),$$

де: P – пористість, %; Σ – щільність складення ґрунту, г/см³; Σ тв. ф. – щільність твердої фази ґрунту, г/см³.

Водопроникність ґрунту визначали за методом заливних майданчиків у тригодинній експозиції з подальшим визначенням глибини промочування [13]. Урожай зеленої маси люцерни визначали шляхом механізованого збирання за роками використання в 3-4 укоси. Дисперсійний аналіз даних виконували за методикою Фішера в інтерпретації Ушкаренко та ін. [15] за довірчого інтервалу 95%

з розрахунком величини найменшої істотної різниці (HIP_{05}).

Результати досліджень. Основним показником, який характеризує вплив на ґрунт системи обробітку є щільність складення. У прямій залежності від неї знаходиться водно-повітряний режим ґрунту, його поглинаючий комплекс та агрегатний стан. Так, щільність складення шару ґрунту 0-40 на час сходів люцерни по варіантах досліді коливалася в межах 1,20-1,24 г/см³. За дискового мілкою обробітку на глибину 12-14 см спостерігалася максимальне ущільнення ґрунту – 1,24 г/см³. Оранка на глибину 20-22 на фоні полицевої різноглибинної системи основного обробітку ґрунту у сівозміні знижувала даний показник на 0,04 г/см³ (табл. 1). Найбільш розпушеним був верхній шар ґрунту 0-10 см. Інтенсивно процес ущільнення протікає у варіанті безполицевого обробітку ґрунту.

Перед завершенням вегетаційного періоду люцерни I-го року використання щільність складення зросла до 1,20-1,24 г/см³. Характерним для всіх варіантів є те, що підвищені показники щільності складення шару ґрунту 0-40 см формувалися переважно за рахунок переущільнення середніх шарів 10-20 та 20-30 см, а наприкінці вегетації – за рахунок шару ґрунту 30-40 см.

Результати вивчення загальної пористості в шарах орного горизонту свідчать, що у варіанті полицевого обробітку під люцерну I-го року використання на 20-22 см як на початку вегетації, так і перед її завершенням, вона була найвищою і становила відповідно 54,0% та 53,3%. Подібна закономірність виявлена і в інших варіантах досліді (табл. 2). Найменша пористість ґрунту зафіксована за дискового мілкою обробітку на глибину 12-14 см.

Таблиця 1 – Щільність складення темно-каштанового ґрунту залежно від основного обробітку під люцерну I-го року використання, г/см³ (результат роботи авторів)

№ вар.	Система основного обробітку ґрунту	Спосіб і глибина обробітку, см	Шар ґрунту, см				
			0-10	10-20	20-30	30-40	0-40
Початок вегетації							
1.	Полицева різноглибинна	20-22 (о)	1,17	1,19	1,22	1,23	1,20
2.	Безполицева різноглибинна	20-22 (ч)	1,18	1,21	1,23	1,26	1,22
3.	Безполицева мілка одноглибинна	12-14 (д)	1,20	1,24	1,26	1,27	1,24
HIP ₀₅ , г/см ³							0,05
Перед завершенням вегетації							
1.	Полицева різноглибинна	20-22 (о)	1,19	1,21	1,24	1,25	1,22
2.	Безполицева різноглибинна	20-22 (ч)	1,20	1,22	1,25	1,28	1,24
3.	Безполицева мілка одноглибинна	12-14 (д)	1,21	1,25	1,27	1,29	1,26
HIP ₀₅ , г/см ³							0,06

Таблиця 2 – Пористість темно-каштанового ґрунту залежно від основного обробітку під люцерну I-го року використання, % (результат роботи авторів)

№ вар.	Система основного обробітку ґрунту	Спосіб і глибина обробітку, см	Шар ґрунту, см				
			0-10	10-20	20-30	30-40	0-40
Початок вегетації							
1.	Полицева різноглибинна	20-22 (о)	54,45	54,28	53,81	53,41	54,00
2.	Безполицева різноглибинна	20-22 (ч)	54,07	53,70	53,15	52,04	53,24
3.	Безполицева мілка одноглибинна	12-14 (д)	53,22	52,85	52,38	51,55	52,50
HIP ₀₅ , %							1,85
Перед завершенням вегетації							
1.	Полицева різноглибинна	20-22 (о)	53,94	53,50	52,92	52,66	53,25
2.	Безполицева різноглибинна	20-22 (ч)	53,40	53,33	52,49	51,28	52,62
3.	Безполицева мілка одноглибинна	12-14 (д)	52,77	52,48	51,92	50,83	52,00
HIP ₀₅ , %							2,02

Однією з найбільш важливих водно-фізичних властивостей ґрунту, пов'язаних зі щільністю складення та пористістю, є здатність ґрунту вбирати та фільтрувати через себе воду, яка подається на поле при вегетаційних поливах і надходить з атмосферними опадами. Найвищі показники водопроникності як на початку, так і в кінці вегетації люцерни відмічено за полицевого основного обробітку на глибину 20-22 см – 4,4 і 4,0 мм/хв., відповідно. Встановлено, що в період сходів відбувається зниження водопроникності на 0,3 та 0,9 мм/хв. у варіантах безполицевого різноглибинного основного обробітку та безполицевого мілконого одноглибинного обробітку ґрунту в сівозміні. Підвищення щільності складення в кінці вегетації культури сприяло зниженню показника водопроникності. Найменші її значення зафіксовано у варіанті дискового обробітку в системі безполицевого мілконого обробітку ґрунту в сівозміні (табл. 3).

В дослідженнях люцерни другого року використання на початку вегетації щільність складення за полицевого основного обробітку ґрунту склала 1,28 г/см³, в той час як за безполицевого розпушування та поверхневого обробітку вона склала відповідно 1,30 та 1,31 г/см³. Найбільше ущільнення відбувається у шарі ґрунту 20-40 см. Якщо

різниця між шарами ґрунту 0-10 і 10-20 см у більшості випадків не істотна, то вже між шаром ґрунту 20-30 і 0-10 навпаки, різниця досить суттєва, а між поверхневим шаром і шаром 30-40 см різниця у всіх варіантах досліду істотна. Опади осінньо-зимового періоду та вегетаційні поливи ущільнили ґрунт. Але величина даного показника не виходила за межі оптимуму та складала від 1,30 до 1,35 г/см³, різниця між варіантами не перевищувала похибки досліду. Тенденція, що відмічалася на початку вегетації, збереглася (табл. 4).

Чим більше ущільнюється ґрунт, тим менша його пористість, що ускладнює проникнення у ґрунт води і повітря. Дані другого року свідчать, що варіанти досліду істотно не відрізнялися між собою за пористістю шару ґрунту 0-40 см, і коливалися в межах 49,6-51,0% на період сходів люцерни. У варіантах різноглибинного полицевого обробітку на глибину 20-22 см пористість як на початку вегетації, так і перед збиранням урожаю була найвищою і становила відповідно 51,0-50,3%, тобто знизилася на 1,4%. Подібна закономірність відмічена і на інших варіантах досліду. Так, пористість за чизельного та дискового обробітків на кінець вегетації становила 49,4 і 48,3% (табл. 5).

Формування в ґрунті за різних систем основного обробітку капілярних і некапілярних про-

Таблиця 3 – Водопроникність темно-каштанового ґрунту залежно від способу і глибини основного обробітку ґрунту під люцерну I-го року використання, мм/хв (результат роботи авторів)

№ вар.	Система основного обробітку ґрунту	Спосіб і глибина обробітку, см	Строк визначення	
			початок вегетації	перед завершенням вегетації
1.	Полицева різноглибинна	20-22 (о)	4,4	4,0
2.	Безполицева різноглибинна	20-22 (ч)	4,1	3,6
3.	Безполицева мілка одноглибинна	12-14 (д)	3,5	3,1
НІР ₀₅ , мм/хв.			0,2	0,18

Таблиця 4 – Щільність складення темно-каштанового ґрунту залежно від основного обробітку ґрунту під люцерну II-го року використання, г/см³ (результат роботи авторів)

№ вар.	Система основного обробітку ґрунту	Спосіб і глибина обробітку, см	Шар ґрунту, см				
			0-10	10-20	20-30	30-40	0-40
Початок весняної вегетації							
1.	Полицева різноглибинна	20-22 (о)	1,20	1,26	1,32	1,34	1,28
2.	Безполицева різноглибинна	20-22 (ч)	1,22	1,29	1,33	1,35	1,30
3.	Безполицева мілка одноглибинна	12-14 (д)	1,24	1,31	1,35	1,37	1,31
НІР ₀₅ , г/см ³							0,05
Перед завершенням вегетації							
1.	Полицева різноглибинна	20-22 (о)	1,24	1,27	1,32	1,35	1,30
2.	Безполицева різноглибинна	20-22 (ч)	1,27	1,30	1,34	1,37	1,40
3.	Безполицева мілка одноглибинна	12-14 (д)	1,27	1,34	1,37	1,40	1,35
НІР ₀₅ , г/см ³							0,06

міжків різної величини і конфігурації відповідно до глибини розпушування забезпечує різний рівень водопроникності. Встановлено, що на початку вегетації люцерни II-го року використання відбувається зниження водопроникності на 0,4 та 0,6 мм/хв. у варіантах безполицевих систем основного обробітку ґрунту. Максимальні величини даного показника відповідали контрольному варіанту (оранка на 20-22 см) – 3,4 мм/хв. (табл. 6). Зростання щільності складення ґрунту наприкінці вегетації люцерни сприяло зниженню показника водопроникності. Найменші його значення зафіксовано у варіанті дискового обробітку ґрунту в системі

безполицевого мілкого одноглибинного обробітку ґрунту в сівозміні (2,4 мм/хв.).

Таким чином, заміна полицевої оранки на глибину 20-22 см під люцерну на глибокий та мілкий безполицевий обробіток призводить до ущільнення окремих прошарків орного шару, зниження його пористості та водопроникності.

Дослідження свідчать, що під впливом різних систем основного обробітку ґрунту відбувалися зміни агрофізичних властивостей, що створило різні умови для росту й розвитку люцерни I-го та II-го років використання та повпливало на формування врожаю (табл. 7).

Таблиця 5 – Пористість темно-каштанового ґрунту залежно від основного обробітку під люцерну II-го року використання, % (результат роботи авторів)

№ вар.	Система основного обробітку ґрунту	Спосіб і глибина обробітку, см	Шар ґрунту, см				
			0-10	10-20	20-30	30-40	0-40
Початок весняної вегетації							
1.	Полицева різноглибинна	20-22 (о)	54,0	51,8	49,5	48,5	51,0
2.	Безполицева різноглибинна	20-22 (ч)	53,1	50,6	49,1	48,2	50,3
3.	Безполицева мілка одноглибинна	12-14 (д)	52,5	50,0	48,2	47,5	49,6
НІР ₀₅ , %							1,1
Перед завершенням вегетації							
1.	Полицева різноглибинна	20-22 (о)	52,3	51,5	49,3	48,2	50,3
2.	Безполицева різноглибинна	20-22 (ч)	51,4	50,2	48,7	47,8	49,4
3.	Безполицева мілка одноглибинна	12-14 (д)	51,5	48,6	47,4	46,2	48,3
НІР ₀₅ , %							0,9

Таблиця 6 – Водопроникність темно-каштанового ґрунту залежно від способу і глибини основного обробітку ґрунту під люцерну II-го року використання, мм/хв. (результат роботи авторів)

№ вар.	Система основного обробітку ґрунту	Спосіб і глибина обробітку, см	Строк визначення	
			початок вегетації	перед завершенням вегетації
1.	Полицева різноглибинна	20-22 (о)	3,4	2,7
2.	Безполицева різноглибинна	20-22 (ч)	3,0	2,6
3.	Безполицева мілка одноглибинна	12-14 (д)	2,8	2,4

Таблиця 7 – Продуктивність люцерни на зелений корм I-го і II-го року використання залежно від способів та систем основного обробітку ґрунту (результат роботи авторів)

Система основного обробітку ґрунту	Показники	Укоси люцерни				В середньому за вегетацію
		1	2	3	4	
Полицева різноглибинна	урожайність I-го року, т/га	16,2	22,7	6,5	-	45,4
	ГДж	88,4	123,8	35,5	-	247,7
	урожайність II-го року т/га	30,3	29,2	16,2	7,6	83,3
	ГДж	165,3	159,4	88,4	41,5	454,6
Безполицева різноглибинна	урожайність I-го року, т/га	15,0	21,1	6,0	-	42,1
	ГДж	81,9	115,1	32,7	-	229,7
	урожайність II-го року т/га	28,1	27,0	15,1	7,0	77,2
	ГДж	153,3	147,4	82,4	38,2	421,3
Безполицева мілка одноглибинна	урожайність I-го року, т/га	14,5	20,2	5,8	-	40,5
	ГДж	79,1	110,2	31,7	-	221,0
	урожайність II-го року т/га	26,8	26,1	14,5	6,8	74,2
	ГДж	146,3	142,4	79,1	37,1	404,9

Результати обліку врожаю зеленої маси люцерни свідчать, що заміна полицевого обробітку ґрунту безполицевим з використанням знарядь чизельного типу веде до зниження врожайності люцерни I-го року на 3,3 т/га, II-го року – на 6,1 т/га, а за мілкого одноглибинного дискового обробітку – відповідно на 4,9 та 9,1 т/га. Найвищу продуктивність в розрахунку на 1 га сівозмінної площі – 454,6 ГДж валової енергії – забезпечила люцерна II-го року використання за полицевого основного обробітку ґрунту з глибиною розпушування 20-22 см. Близькою за рівнем продуктивності була система різноглибинного безполицевого обробітку ґрунту в сівозміні, де вихід валової енергії складав 421,3 ГДж. Застосування мілкої одноглибинної системи негативно позначилось на урожайності люцерни II-го року використання, знизивши рівень виходу валової енергії до 404,9 ГДж.

Висновки. Результати досліджень засвідчили, що найефективнішим способом основного обробітку ґрунту під люцерну за мінімального негативного впливу на його водно-фізичні властивості є різноглибинна полицева оранка на глибину 20-22 см; за такого варіанту основного обробітку ґрунту люцерна II-го року використання на 1 га сівозмінної площі забезпечила вихід 454,6 ГДж валової енергії. Подальші дослідження у цьому напрямку є необхідними для уточнення довгострокових ефектів різних систем основного обробітку на властивості ґрунту та формування продуктивності культури в наступні роки. Крім того, варто розширити спектр ґрунтообробних знарядь, наприклад, за рахунок диск-риперів, комбінованих культиваторів-плоскорізів, а також включити в схему майбутніх досліджень систему нульового обробітку ґрунту та варіант із strip-till.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Люта Ю.О. Оцінка генотипів люцерни за насінневою продуктивністю на посухостійкість. *Таврійський науковий вісник*. 2021. Вип. 120. С. 155-168. DOI: 10.32851/2226-0099.2021.120.21
2. Вожегова Р.А., Нетіс І.Т., Онуфран Л.І., Сахацький Г.І., Шарата Н.Г. Зміна клімату та аридизація Південного Степу України. *Аграрні інновації*. 2021. Вип. 7. С. 16-20. DOI: 10.32848/аграр.innov.2021.7.3
3. Лиховид П., Вожегова Р., Рудік О., Біднина І. Мета-аналіз впливу безполицевого та нульового обробітку ґрунту на вміст гумусу. *Аграрні інновації*. 2024. Вип. 26. С. 58-62. DOI: 10.32848/аграр.innov.2024.26.8
4. Cooper H.V., Sjögersten S., Lark R.M., Mooney S.J. To till or not to till in a temperate ecosystem? Implications for climate change mitigation. *Environmental Research Letters*. 2021. Vol. 16(5). P. 054022. DOI: 10.1088/1748-9326/abe74e
5. Коваленко В.П. Значення обробітку ґрунту в технології одержання високопродуктивних посівів люцерни. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2013. Вип. 1. С. 157-161.
6. Петриченко В., Гетман Н., Векленко Ю. Обґрунтування продуктивності люцерни посівної за тривалого використання травостою в умовах зміни клімату. *Вісник аграрної науки*. 2020. Вип. 98(3). С. 20-26. DOI: 10.31073/agroviznyk202003-03

7. Гангур В.В., Лень О.І., Оніпко В.В., Гангур М.В., Миколенко Х.В. Вплив способів основного обробітку ґрунту на забур'яненість посівів та урожайність ячменю ярого в умовах Лівобережного Лісостепу. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. Вип. 26(4). С. 41-46. DOI: 10.31210/spi2023.26.04.08

8. Петриченко В.Ф., Гетман Н.Я., Квітко Г.П. Агробіологічні підходи до інтенсифікації польового кормовиробництва в Україні. *Корми і кормовиробництво*. 2008. Вип. 60. С. 3-13.

9. Wang B., Deng J., Wang T., Hu H., Usman S., Lan J. Innovative tillage practices to establish productive and sustainable forage production systems in degraded alfalfa pastures in semiarid regions. *Land Degradation & Development*. 2024. Vol. 2024. P. 1-13. DOI: 10.1002/ldr.5332.

10. Torabi M., Heidarisoltanabadi M. Effect of different seed rates on yield and some agronomic traits of alfalfa Mohageran ecotype in no-till and conventional tillage methods in Semirom region. *Plant Productions*. 2020. Vol. 43(3). P. 375-386. DOI: 10.22055/ppd.2019.27979.1690

11. Ушкаренко В.О. Лазер П.Н., Кошовий В.О. Вплив режимів зрошення, добрив та густоти стояння рослин на урожайність соняшнику кондитерського напрямку. *Таврійський науковий вісник*. 2004. Вип. 30. С. 3-8.

12. Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Малярчук М.П. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях. Херсон: Грін Д.С., 2014. 286 с.

13. ДСТУ 4362:2004. Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 19 с.

14. ISO 11272:2017. (2017). Soil quality – Determination of dry bulk density.

15. Williams L.J., Abdi H. Fisher's least significant difference (LSD) test. *Encyclopedia of Research Design*. 2010. Vol. 218(4). P. 840-853.

REFERENCES:

1. Tyshchenko, A.V., Tyshchenko, O.D., & Lyuta, Yu.O. (2021). Otsinka henotypiv liutserny za nasinievoiu produktyvnistiu na posukhostiikist [Evaluation of alfalfa genotypes by seed productivity for drought resistance]. *Tavrian Scientific Herald*, 120, 155-168. DOI: 10.32851/2226-0099.2021.120.21 [In Ukrainian]
2. Vozhegova, R.A., Netis, I.T., Onufran, L.I., Sakhatsky, G.I., & Sharata, N.H. (2021). Zmina klimatu ta arydizatsiia Pivdennoho Stepu Ukrainy [Climate change and aridization of the Southern Steppe of Ukraine]. *Agrarian Innovations*, 7, 16-20. DOI: 10.32848/аграр.innov.2021.7.3 [In Ukrainian]
3. Lykhovyd, P.V., Vozhegova, R.A., Rudik, O.L., & Bidnyna, I.O. (2024). Meta-analiz vplyvu bezpolytsevoho ta nulovoho obrobittku gruntu na vmist humusu [Meta-analysis of the effect of ploughless and zero tillage on soil humus content]. *Agrarian Innovations*, 26, 58-62. DOI: 10.32848/аграр.innov.2024.26.8 [In Ukrainian]
4. Cooper, H.V., Sjögersten, S., Lark, R.M., & Mooney, S.J. (2021). To till or not to till in a temperate ecosystem? Implications for climate change mitigation. *Environmental Research Letters*, 16(5), 054022. DOI: 10.1088/1748-9326/abe74e

5. Kovalenko, V.P. (2013). Znachennia obrobittku gruntu v tekhnologii oderzhannia vysokoproduktyvnykh posiviv liutserny [Value of soil treatment in technology of receipt of highly productive sowing of alfalfa]. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*, 1, 157-161. [In Ukrainian]
6. Petrychenko, V., Hetman, N., & Veklenko, Yu. (2020). Obgruntuvannia produktyvnosti liutserny posivnoi za tryvalohe vykorystannia travostoiu v umovakh zminy klimatu [Justification of productivity of lucerne in long-term use of grass biomass in the context of climate change]. *Bulletin of Agricultural Science*, 98(3), 20-26. DOI: 10.31073/agrovisnyk202003-03 [In Ukrainian]
7. Hanhur, V., Len, O., Onipko, V., Hanhur, M., & Mykolenko, Kh. (2023). Vplyv sposobiv osnovnoho obrobittku gruntu na zaburianenist posiviv ta urozhainist yachmeniu yaroho v umovakh Livoberezhnoho Lisostepu [Influence of methods of main tillage on crop pollution and yield of spring barley in the conditions of the Left-Bank Forest Steppe]. *Scientific Progress & Innovations*, 26(4), 41-46. DOI: 10.31210/spi2023.26.04.08 [In Ukrainian]
8. Petrychenko, V.F., Hetman, N.Ya, & Kvitko, H.P. (2008). Ahrobiolohichni pidkhody do intensyfikatsii polovoho kormovyrobnytstva v Ukraini [Agrobiological approaches to field forage production intensification in Ukraine]. *Feeds and Feed Production*, 60, 3-13. [In Ukrainian]
9. Wang, B., Deng, J., Wang, T., Hu, H., Usman, S., & Lan, J. (2024). Innovative tillage practices to establish productive and sustainable forage production systems in degraded alfalfa pastures in semiarid regions. *Land Degradation & Development*, 2024, 1-13. DOI: 10.1002/ldr.5332
10. Torabi, M., & Heidarisoltanabadi, M. (2020). Effect of different seed rates on yield and some agronomic traits of alfalfa Mohageran ecotype in no-till and conventional tillage methods in Semirom region. *Plant Productions*, 43(3), 375-386. DOI: 10.22055/ppd.2019.27979.1690
11. Ushkarenko, V.O., Lazer, P.N., & Koshovyi, V.O. (2004). Vplyv rezhymiv zroshennia, dobryv ta hustoty stoiannia roslyn na urozhainist soniashnyku kondyterskoho napriamku [Effects of irrigation regimes, fertilizers and plants density on confectionary sunflower yields]. *Tavrian Scientific Herald*, 30, 3-8. [In Ukrainian]
12. Vozhehova, R.A., Lavrynenko, Yu.O., & Maliarchuk, M.P. (2014). *Metodyka polovykh i laboratornykh doslidzhen na zroshuvanykh zemliakh* [Methodology of field and laboratory experiment on the irrigated lands]. Kherson, Hrin D.S. [In Ukrainian]
13. DSTU 4362:2004. (2006). Yakist gruntiv. Pokaznyky rodiuchosti gruntiv. [Soil quality. Indicators of soil fertility] Kyiv, Derzhspozyvstandart Ukrainy. [In Ukrainian]
14. ISO 11272:2017. (2017). Soil quality – Determination of dry bulk density.
15. Williams, L.J., & Abdi, H. (2010). Fisher's least significant difference (LSD) test. *Encyclopedia of Research Design*, 218(4), 840-853.

Томницький А.В., Грановська Л.М., Лиховид П.В. Вплив системи основного обробітку на водно-фізичні властивості ґрунту та продуктивність люцерни в умовах зрошення

Мета. Метою роботи є встановлення впливу різних систем основного обробітку ґрунту під люцерну в сівозміні на зрошуваних землях півдня України на водно-фізичні властивості ґрунту, а також визначити найбільш ефективні ґрунтообробні знаряддя для створення оптимальних умов реалізації потенційної продуктивності сучасних сортів люцерни.

Методи. Польові досліді виконано на базі Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН у зоні Південного Степу України. Ґрунт дослідних ділянок – темно-каштановий середньосуглинковий з вмістом гумусу в орному шарі 2,4%, загального азоту – 0,17%, валового фосфору – 0,09%, рН водяної витяжки – 6,8 (нейтральна). У досліді використано районований для зони Степу сорт люцерни Унітро. Технологія вирощування культури (крім досліджуваних способів основного обробітку) була загально визнана для зрошуваних умов Степу України. Повторність досліді чотириразова, площа посівної ділянки – 450 м², облікової – 50 м². У досліді вивчали 3 системи основного обробітку ґрунту з різними способами і глибиною: різноглибинна полицева оранка на 20-22 см; чизельний обробіток ґрунту на 20-22 см; дискування на 12-14 см. Вивчення впливу обробітку ґрунту на його властивості та продуктивність культури виконувалося на фоні органо-мінеральної системи удобрення в розрахунку N₁₂₀P₆₀ за використання побічної продукції пшениці озимої у якості органічного добрива. Науково-дослідна робота виконувалася за чинними стандартами методики дослідної справи в агрономії з визначенням таких показників як щільність складення, пористість і водопроникність ґрунту, а також продуктивність люцерни. Статистичну обробку даних виконували методом дисперсійного аналізу даних.

Результати. Встановлено, що інтенсивніше процес ущільнення протікає у варіанті безполицевого обробітку ґрунту, де щільність складення на посівах люцерни I-го року зростає до 1,20-1,24 г/см³, а за II-го року – до 1,30-1,31 г/см³. Максимальна пористість ґрунту зафіксована на варіантах полицевої оранки на 20-22 см, у той час як мінімальна – за дискового обробітку на 12-14 см. Найвищі показники водопроникності як на початку, так і в кінці вегетації люцерни відмічено за полицевого основного обробітку на глибину 20-22 см – 4,4 і 4,0 мм/хв., так само як і на посівах люцерни II-го року – 3,4 і 2,7 мм/хв. Найвищу продуктивність в розрахунку на 1 га сівозміної площі – 454,6 ГДж валової енергії – забезпечила люцерна II-го року використання за полицевого основного обробітку ґрунту з глибиною розпушування 20-22 см.

Висновки. Результати досліджень засвідчили, що найефективнішим способом основного обробітку ґрунту під люцерну за мінімального негативного впливу на його водно-фізичні властивості є різноглибинна полицева оранка на глибину

20-22 см; за такого варіанту основного обробітку ґрунту люцерна II-го року використання на 1 га сіво-мінної площі забезпечила вихід 454,6 ГДж валової енергії. Подальші дослідження у цьому напрямку є необхідними для уточнення довгострокових ефектів різних систем основного обробітку на властивості ґрунту та формування продуктивності культури в наступні роки.

Ключові слова: дискування, оранка, Степ, темно-каштановий ґрунт, чизелювання.

Tomnytskyi A.V., Hranovska L.M., Lykhovyd P.V.
Effect of tillage on water-physical soil properties and alfalfa productivity in the irrigated conditions

Purpose. The purpose of the work is to establish the effect of different tillage systems under alfalfa in a crop rotation on the irrigated lands of southern Ukraine on soil water-physical properties, as well as to determine the most effective tillage options to create optimal conditions for realizing the potential productivity of modern alfalfa varieties.

Methods. Field experiments were carried out on the basis of the Institute of Climate-Smart Agriculture of the National Academy of Sciences in the Southern Steppe zone of Ukraine. The soil of the experimental plots is a dark-chestnut medium-loamy soil with a humus content of 2.4% in the arable layer, a total nitrogen content of 0.17%, a gross phosphorus content of 0.09%, and a pH of the water extract of 6.8 (neutral). In the experiment, the alfalfa variety Unitro, which is zoned for the steppe zone, was used. Crop cultivation technology (except for the studied tillage options) was generally accepted for the irrigated conditions of the steppe of Ukraine. The study was carried out in four replications; the sowing area was 450 m², the accounting area was 50 m². Three systems of tillage with different methods and depths were studied: multi-depth mouldboard ploughing at 20-22 cm; chisel cultivation at 20-22 cm;

disc tillage at 12-14 cm. The study of the effect of tillage was carried out in the context of the organic and mineral fertilization system of N₁₂₀ P₆₀ using winter wheat residuals as an organic fertilizer. The study was carried out according to the current standards of research methodology in agronomy with the determination of such indicators as soil bulk density, porosity and water permeability, as well as alfalfa productivity. Statistical data processing was performed by the common procedure of the analysis of variance.

Results. It was established that the compaction process is more intense in the variant of ploughless tillage, where the soil bulk density on alfalfa crops in the 1st year increased to 1.20-1.24 g/cm³, and in the 2nd year – up to 1.30-1.31 g/cm³. The maximum porosity of the soil was recorded under mouldboard ploughing at 20-22 cm, while the minimum porosity was observed under disc tillage at 12-14 cm. The highest water permeability both at the beginning and at the end of alfalfa vegetation were recorded in the variant of mouldboard ploughing at 20-22 cm – 4.4 and 4.0 mm/min., as well as on alfalfa crops of the 2nd year – 3.4 and 2.7 mm/min. The highest productivity per 1 hectare of the crop rotation area – 454.6 GJ of gross energy – was provided by alfalfa of the 2nd year under the use of mouldboard ploughing tillage at 20-22 cm.

Conclusions. The results of the study proved that the most effective way of soil tillage for alfalfa providing the minimal negative impact on soil water-physical properties is mouldboard ploughing at 20-22 cm; in this variant, alfalfa of the 2nd year provided the greatest productivity and energy output of 454.6 GJ. Further research in this direction is necessary to clarify the long-term effects of different tillage systems both on soil properties and the crop productivity formation in the following years.

Key words: disc tillage, ploughing, Steppe, dark-chestnut soil, chisel tillage.