

УДК 633.2:577.486:

581.524.34

© 2023

СТВОРЕННЯ ТА ЕФЕКТИВНЕ ВИКОРИСТАННЯ БАГАТОРІЧНИХ СІЯНИХ АГРОФІТОЦЕНОЗІВ НА ЕРОЗІЙНО НЕБЕЗПЕЧНИХ СХИЛОВИХ ЗЕМЛЯХ

В.О. Оліфірович¹, О.Б. Лесик², С.Д. Маковійчук³, Т.М. Сандуляк⁴

^{1,2}кандидати сільськогосподарських наук

Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція
Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН
вул. Крижанівського Богдана, 21А, м. Чернівці, 58025, Україна
e-mail: ¹⁻⁴buksaes@meta.ua

ORCID: ¹0000-0001-8868-0204, ²0000-0002-0593-1416,

³0000-0003-3937-2154, ⁴0000-0002-6966-1080

Надійшла 02.06.2023

Мета. Дослідити вплив експозиції схилу, травостою та удобрення на за-
паси продуктивної вологи в ґрунті і продуктивність багаторічних трав.
Методи. Польовий – стаціонарний дослід, лабораторний – визначення
польової вологості ґрунту та вмісту сухої речовини в урожаї зеленої маси
багаторічних трав за загальноприйнятими методиками, обробка експери-
ментальних даних – за допомогою комп’ютерної програми Microsoft Office
Excel. **Результати.** Відмінності в експозиції схилу зумовили різну кількість
продуктивної вологи під посівами багаторічних трав. Додаткове викорис-
тання вологи багаторічними травами на схилі північно-східної експозиції
може становити 22,3 – 24,3 мм. Бобово-злакові травостої в середньому
за перші 4 роки використання забезпечують вихід 5,93 – 8,23 т/га сухої
речовини з умістом бобового компонента 35,5 – 63,8% на схилах півден-
но-західної та 7,95 – 11,99 т/га сухої речовини з умістом бобового компо-
нента 31,4 – 64,0% – північно-східної експозиції. З проведенням хімічної
меліорації ґрунту та внесенням фосфорних і калійних добрив дозою $P_{90}K_{90}$
продуктивність бобово-злакових травостоїв підвищилася на 38,8 – 50,8%,
частка бобових компонентів збільшилася на 16,0 – 21,7%. Найстійкішим
до забур’янення виявився бобово-злаковий травостій з конюшини лучної,
люцерни посівної та тимофіївки лучної, створений на схилі північно-східної
експозиції за проведення вапнування та внесення фосфорних і калійних
добрив. **Висновки.** Під час збирання 2-го укосу запаси продуктивної воло-
ги на схилі північно-східної експозиції були на 22,3 – 24,3 мм вищими, ніж
на схилі південно-західної експозиції. Найбільший вихід сухої речовини
в досліді (11,99 т/га) забезпечила травосумішка конюшина лучна + лю-
церна посівна + тимофіївка лучна на схилі північно-східної експозиції за
проведення вапнування та внесення $P_{90}K_{90}$. Вапнування ґрунту, внесення
фосфорних і калійних добрив значною мірою сприяло збільшенню частки
бобових компонентів в урожаї зеленої маси бобово-злакової травосумішки.
Максимальною частка бобових компонентів у цьому варіанті живлення була
на схилі південно-західної експозиції – 54,6 – 63,8%.

Ключові слова: травосумішка, конюшина лучна, люцерна посівна, тимофіївка лучна, удобрення, вапнування ґрунту, продуктивність, ботанічний склад.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202310-09>

У питаннях деградації ґрунтів важливо визначити проблемні території, здійснити їх системний моніторинг і скласти план припинення деградаційних явищ. В Україні ерозія та переущільнення ґрунтів поширені на значній території, але ці процеси недостатньо досліджено [1]. Так, загальна площа сільськогосподарських угідь, що зазнали згубного впливу водної ерозії в сільськогосподарському землекористуванні, становить 13,3 млн га (32%), зокрема 10,6 млн га із орних земель, з них понад 4,5 млн га із середньо- та сильнозмитими ґрунтами, 68 тис. га з повністю втраченим гумусним шаром [2]. Саме тому нині доцільно запроваджувати протиерозійні заходи, зокрема лісо- і лукомеліоративні постійної дії на принципах контурно-меліоративної організації території [3–5]. Потребує вдосконалення наявних і розроблення нових складових елементів і загалом комплексу систем землеробства у зв'язку зі змінами клімату та ризиками посилення водної і вітрової ерозії [6]. У системі адаптації до змін клімату велике значення має вжиття протиерозійних заходів із відтворення родючості ґрунтів, компенсації втрат гумусу внаслідок насиченості сівозмін просапними культурами. Особливо важливим є коригування зональної структури посівних площ і сівозмін в аспекті оптимізації питомої частки просапних культур і збільшення площ багаторічних трав, які найкраще захищають ґрунт від ерозії на схилах [7]. Проте потрібно підібрати найпродуктивніші багаторічні бобові і злакові трави, які, крім захисту ґрунту від ерозії, забезпечать високу продуктивність. З багаторічних бобових трав такою є люцерна посівна [8–11]. Слід зазначити, що при підборі багаторічних злакових трав потрібно враховувати зміни клімату. На переважній частині території України клімат останніми роками стає теплішим і посушливішим, атмосферні опади випадають здебільшого в осінньо-зимовий період або влітку у вигляді злив [12]. Кліматичні та погодні умови істотно впливають на сільськогосподарське виробництво й значною мірою визначають урожаї вирощуваних культур.

Одним з основних кліматичних факторів, що впливають на продуктивність, є вологозабезпеченість, дія якої пов'язана з кількістю доступної рослинам ґрунтової вологи та поживних речовин. Найінтенсивніше накопичення біомаси відбувається в місцях із достатнім зволоженням [13]. Експериментальними дослідженнями Інституту зернових культур НААН [14] доведено, що врожайність ранніх зернових культур на 50–60% залежить від вихідних запасів вологи в ґрунті та на 40–50% — від кількості опадів упродовж вегетації. При цьому актуальність запасів вологи в ґрунті закономірно зростає в посушливі роки. Бобові багаторічні трави щодо вологості ґрунту є більш пластичними, ніж зернові культури. Це пояснюється наявністю в них глибокої кореневої системи, здатної добре поглинати вологу з нижніх шарів ґрунту [15]. Оптимізація умов мінерального живлення травостоїв конюшини лучної завдяки внесенню $P_{60}K_{90}$ сприяла раціональному використанню продуктивної вологи під час формування листостеблової маси [16].

Отже, охорона сільськогосподарських угідь, і зокрема схилісх агроландшафтів, від ерозії залишається найважливішим завданням раціонального використання земельних ресурсів [17, 18].

Мета досліджень — визначити вплив експозиції схилу, травостою та удобрення на запаси продуктивної вологи в ґрунті і продуктивність багаторічних трав.

Матеріали та методи досліджень. Дослід проводили на схилах південно-західної та північно-східної експозицій крутизною 4–7° і довжиною 400 м на сірому лісовому середньозмитому пилувато-важкосуглинковому ґрунті з географічними координатами 48°35'84" пн.ш. і 25°94'09" сх.д. Положення за мезоформою рельєфу — між верхів'ям і серединою схилу. Морфологічний тип рельєфу земельної ділянки під дослідом — прямий схил (без випуклостей і западин). Площа посівних ділянок з травами та їх сумішами становить 72 м², облікових — 50 м². Повторність досліду — 3-разова. Польову вологість визначали термометричним методом

із перерахунком на запаси продуктивної вологи. Відбір зразків ґрунту здійснювали через 10 см на глибині 100 см (ДСТУ ISO 11465:2001) [19]. Зразки ґрунту відбирали за відновлення вегетації (навесні) і під час збирання 1- і 2-го укосів багаторічних трав.

Урожайність зеленої маси визначали укісним методом перед збиранням кожного укосу. Скошену траву одразу зважували і відбирали на усушку середню пробу для визначення вмісту сухої речовини. Ботанічний склад визначали відбором із 2-х несуміжних повторень по 1 кг трави. Трави розподіляли за такими групами: бобові, злакові, різнотрав'я, зважували і вираховували частку кожної (%) від маси всього зразка [20].

Результати досліджень. Оптимальними є запаси продуктивної вологи 160 мм і більше в шарі 0–100 см, сприятливими — 130–160 мм, середніми — 100–129, несприятливими — 70–99 мм [13].

У дослідженнях за вирощування тимофіївки лучної на схилі південно-західної експозиції на час відновлення вегетації вміст продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–100 см становив 156,0 мм, на період укісної стиглості — 140,2, на час 2-го укосу — лише 114,2 мм (табл. 1).

За вирощування тимофіївки лучної на схилі північно-східної експозиції запаси продуктивної вологи були вищими

і становили відповідно 160,6 мм; 150,9 та 136,5 мм. Відзначено зростання різниці запасів продуктивної вологи впродовж вегетаційного періоду. Так, на час відновлення вегетації тимофіївки лучної запаси продуктивної вологи в ґрунті на схилі північно-східної експозиції перевищували показник продуктивної вологи на схилі південно-західної експозиції на 4,6 мм, під час збирання 1-го укосу — 10,7 мм, 2-го — на 22,3 мм.

Більший вплив експозиція схилу мала на динаміку запасів продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту під посівами траво + + сумішки конюшина лучна + люцерна посівна + + тимофіївка лучна. Так, на схилі південно-західної експозиції на час відновлення вегетації вміст продуктивної вологи становив 157,1 мм, на період укісної стиглості — 137,7 мм, на час 2-го укосу — лише 113,5 мм. За вирощування цієї бобово-злакової травосумішки на схилі північно-східної експозиції запаси продуктивної вологи були вищими і становили відповідно 164,5 мм; 150,5 та 133,8 мм. Отже, під час відновлення вегетації запаси продуктивної вологи в ґрунті на схилі північно-східної експозиції перевищували запаси продуктивної вологи на схилі південно-західної експозиції на 7,4 мм, під час збирання 1-го укосу — на 12,8 мм, 2-го — на 24,3 мм.

За засвоєнням осінньо-зимових опадів, сумарним випаровуванням і запасами

1. Динаміка запасів продуктивної вологи в шарі 0–100 см сірого лісового ґрунту на ділянках без удобрення (середнє за 2017–2020 рр.), мм

Експозиція схилу	Культура, травосумішка	Шар ґрунту, см	Строк відбору проб		
			відновлення вегетації	збирання 1-го укосу	збирання 2-го укосу
Південно-західна	Тимофіївка лучна	0–30	41,3	32,7	25,4
		0–50	76,4	57,4	52,9
		0–100	156,0	140,2	114,2
	Конюшина лучна + люцерна посівна + тимофіївка лучна	0–30	40,6	30,9	22,0
		0–50	77,8	56,1	50,2
		0–100	157,1	137,7	109,5
Північно-східна	Тимофіївка лучна	0–30	43,2	39,1	32,7
		0–50	79,9	70,3	61,7
		0–100	160,6	150,9	136,5
	Конюшина лучна + люцерна посівна + тимофіївка лучна	0–30	44,3	37,5	30,2
		0–50	82,4	70,8	64,3
		0–100	164,5	150,5	133,8

продуктивної вологи впродовж вегетаційного періоду схили південно-західної та північно-східної експозицій помітно різнилися. Під час збирання 2-го укосу багаторічних трав запаси продуктивної вологи на схилі північно-східної експозиції були на 22,3–24,3 мм вищими, ніж на схилі південно-західної.

Експозиція схилу також істотно впливала на врожайність багаторічних трав: продуктивнішими виявилися багаторічні травостої на схилі північно-східної експозиції. Так, одновидовий посів тимофіївки лучної без вапнування та внесення добрив на схилі південно-західної експозиції забезпечив одержання в сумі за 2 укоси 2,88 т/га сухої речовини, на схилі північно-східної експозиції — 3,94 т/га. Бобово-злакова травосумішка в 1-му укосі значно перевищувала за виходом сухої речовини одновидовий злаковий травостій. Травосумішка конюшина лучна + люцерна посівна + тимофіївка лучна у варіанті без вапнування та внесення добрив на схилі південно-західної експозиції забезпечила одержання 3,51 т/га сухої речовини, на схилі північно-східної експозиції — 4,77 т/га, що на 80,9 і 78,7% перевищило продуктивність злакового травостою (табл. 2).

У 2-му укосі ця різниця значно збільшилася. Продуктивність бобово-злакового травостою на схилах південно-західної експозиції становила 2,42 т/га сухої речовини, північно-східної — 3,18 т/га, що на 157,4

та 150,4% перевищило продуктивність злакового травостою. На провапнованих та удобрених ділянках продуктивність бобово-злакового травостою різко зросла. Зокрема, у варіанті з унесенням вапняково-борошна в сумі за 2 укоси зібрано на схилах південно-західної експозиції 7,52 т/га, північно-східної — 10,50 т/га сухої речовини. Найбільший вихід сухої речовини в досліді (11,99 т/га) забезпечила травосумішка конюшина лучна + люцерна посівна + тимофіївка лучна на схилі північно-східної експозиції за проведення вапнування ґрунту та внесення $P_{90}K_{90}$.

Досліджувані заходи мали вирішальний вплив на формування ботанічного та видового складу укісних травостоїв. Установлено, що в одновидовому посіві тимофіївки лучної швидше поширюються несіяні види порівняно з бобово-злаковим травостоєм. Так, на схилах південно-західної експозиції у варіанті без розкислення ґрунту та внесення фосфорних і калійних добрив частка тимофіївки лучної становила 76,6%, північно-східної — 79,3%. У 2-му укосі частка тимофіївки лучної цілком закономірно знижувалася до 55,8 та 62,1% відповідно (табл. 3).

Із вапнуванням ґрунту частка тимофіївки лучної на схилах південно-західної експозиції збільшилася на 2,5–7,3%, північно-східної — на 5,7–6,8%. Унесення фосфорних і калійних добрив на провапнованому фоні

2. Вихід сухої речовини з багаторічних травостоїв залежно від їх видового складу, вапнування ґрунту, удобрення та експозиції схилу (середнє за 2017–2020 рр.), т/га

Культура, травосумішка	Живлення	Експозиція схилу					
		південно-західна			північно-східна		
		Укоси					
		1-й	2-й	Сума	1-й	2-й	Сума
Тимофіївка лучна	Без добрив	1,94	0,94	2,88	2,67	1,27	3,94
	Вапнування	2,42	0,99	3,41	3,72	1,33	5,05
	Вапнування + $P_{90}K_{90}$	2,61	1,04	3,65	4,06	1,68	5,74
Конюшина лучна + люцерна посівна + тимофіївка лучна	Без добрив	3,51	2,42	5,93	4,77	3,18	7,95
	Вапнування	4,36	3,16	7,52	6,10	4,43	10,50
	Вапнування + $P_{90}K_{90}$	4,88	3,35	8,23	7,49	4,50	11,99
НІР ₀₅		0,24	0,14	0,35	0,33	0,19	0,47

3. Ботанічний склад зеленої маси багаторічних трав залежно від їх видового складу, удобрення та експозиції схилу, %

Культура, травосумішка, удобрення	Господарсько-ботанічна група	Експозиція схилу			
		південно-західна		північно-східна	
		Укоси			
		1-й	2-й	1-й	2-й
Тимофіївка лучна	Злаки	76,6	55,8	79,3	62,1
	Різнотрав'я	23,4	44,2	20,7	37,9
Тимофіївка лучна + вапнування	Злаки	79,1	63,1	86,1	67,8
	Різнотрав'я	20,9	36,9	13,9	32,2
Тимофіївка лучна + вапнування + P ₉₀ K ₉₀	Злаки	79,4	63,7	84,3	70,0
	Різнотрав'я	20,6	36,3	15,7	30,0
Конюшина лучна + люцерна посівна + тимофіївка лучна	Бобові	35,5	45,9	31,4	48,0
	Злаки	46,3	32,9	55,9	34,9
Конюшина лучна + люцерна посівна + тимофіївка лучна + вапнування	Різнотрав'я	18,2	21,2	12,7	17,1
	Бобові	50,3	59,0	45,3	58,5
	Злаки	33,7	24,3	44,8	34,6
Конюшина лучна + люцерна посівна + тимофіївка лучна + вапнування + P ₉₀ K ₉₀	Різнотрав'я	16,0	16,7	9,9	6,9
	Бобові	54,6	63,8	53,1	64,0
	Злаки	32,6	21,1	42,3	29,6
	Різнотрав'я	12,8	15,1	4,6	6,4

майже не вплинуло на ботанічний склад злакового травостою.

За вирощування бобово-злакової травосумішки на ділянках без унесення вапнякового борошна, фосфорних і калійних добрив у ботанічному складі врожаю зеленої маси в 1-му укосі домінувала тимофіївка лучна. На схилах південно-західної експозиції частка тимофіївки лучної становила 46,3%, південно-західної — 55,9%. Вапнування ґрунту значною мірою сприяло збільшенню частки бобових компонентів в урожаї зеленої маси бобово-злакової травосумішки. На схилі південно-західної експозиції за проведення хімічної меліорації ґрунту бобово-злакова травосумішка містила 50,3–59,0% бобових компонентів, що на 13,1–14,8% більше, ніж

у варіанті без вапнування ґрунту. На схилі північно-східної експозиції з вапнуванням ґрунту частка бобових компонентів підвищилася на 10–13,9%. Максимальною частка бобових компонентів була у варіанті з вапнуванням ґрунту, унесенням фосфорних і калійних добрив на схилі південно-західної експозиції — 54,6–63,8%. Найстійкішим до забур'янення виявився бобово-злаковий травостій з конюшини лучної, люцерни посівної та тимофіївки лучної на схилі північно-східної експозиції за вапнування ґрунту і внесення фосфорних і калійних добрив. На схилі північно-східної експозиції у досліджуваних травостоях була більша частка тимофіївки лучної і менша засміченість різнотрав'ям, ніж у травостоях на схилі південно-західної експозиції.

Висновки

За вологозабезпеченістю схилі південно-західної та північно-східної експозицій помітно різнилися. Зокрема, під час

збирання 2-го укоси багаторічних трав запаси продуктивної вологи на схилі північно-східної експозиції були на 22,3–24,3 мм

вищими, ніж на схилі південно-західної експозиції. Рівень урожайності багаторічних трав значною мірою залежить від запасів продуктивної вологи в ґрунті, тому злаковий і бобово-злаковий травостої продуктивнішими були на схилі північно-східної експозиції. Найбільший вихід сухої речовини в досліді (11,99 т/га) забезпечила травосумішка конюшина лучна + люцерна посівна + тимофіївка лучна

на схилі північно-східної експозиції за проведення вапнування та внесення $P_{90}K_{90}$. Вапнування ґрунту, внесення фосфорних і калійних добрив значною мірою сприяли збільшенню частки бобових компонентів в урожаї зеленої маси бобово-злакової травосумішки. Максимальною частка бобових компонентів у цьому варіанті живлення була на схилі південно-західної експозиції — 54,6–63,8%.

Olifirovych V.¹, Lesyk O.², Makoviichuk S.³, Sanduliak T.⁴

Bukovyna State agricultural research station of the Institute of agriculture of Carpatian Region of NAAS; 21A B. Kryzhanivskiy Str., Chernivtsi, 58025, Ukraine; e-mail: ¹⁻⁴buksa@meta.ua; ORCID: ¹0000-0001-8868-0204, ²0000-0002-0593-1416, ³0000-0003-3937-2154, ⁴0000-0002-6966-1080

Creation and efficient use of perennial sown agro-phytocenoses on erosion-dangerous slope lands

Goal. To study the influence of slope exposure, grass growth, and fertilization on the reserves of productive moisture in the soil and the productivity of perennial grasses. **Methods.** Field — stationary experiment; laboratory — determination of field soil moisture and dry matter content in the crop of green mass of perennial grasses according to generally accepted methods; experimental data processing — using the Microsoft Office Excel computer program. **Results.** Differences in the exposure of the slope led to different amounts of productive moisture under crops of perennial grasses. Additional use of moisture by perennial grasses on the slope of the Northeastern exposure can be 22.3–24.3 mm. On average, during the first 4 years of use, leguminous grasses provide an output of 5.93–8.23 t/ha of dry matter with a legume component content of 35.5–63.8% on the slopes of the Southwestern exposure, and 7.95–11.99 t/ha of dry matter substances with a legume component content

of 31.4–64.0% on the slopes of the Northeastern exposure. With the chemical reclamation of the soil and the application of phosphorus and potassium fertilizers in a dose of P90K90, the productivity of leguminous grass stands increased by 38.8–50.8%, and the share of leguminous components increased by 16.0–21.7%. The most resistant to weeding was the leguminous herbage consisting of meadow clover, lucerne, and meadow timothy, created on the Northeastern exposure slope by liming and application of phosphorus and potassium fertilizers. **Conclusions.** During the harvesting of the 2nd hay crop, the reserves of productive moisture on the slope of the Northeastern exposure were 22.3–24.3 mm higher than on the slope of the Southwestern exposure. The highest yield of dry matter in the experiment (11.99 t/ha) was provided by a grass mixture of field clover + lucerne + meadow timothy on the slope of the Northeastern exposure due to liming and application of P90K90. Soil liming and application of phosphorus and potash fertilizers significantly contributed to the increase in the share of leguminous components in the yield of the green mass of the leguminous grass mixture. The maximum share of leguminous components in this feeding option was on the Southwestern exposure slope — 54.6–63.8%.

Key words: grass mixture, meadow clover, lucerne, meadow timothy, fertilizer, soil liming, productivity, botanical composition.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202310-09>

Бібліографія

1. Балуєк С.А., Медведєв В.В., Воротинцева Л.І., Шимель В.В. Сучасні проблеми деградації ґрунтів і заходи щодо досягнення нейтрального її рівня. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 8. С. 5–11.

2. Камінський В.Ф., Коломієць Л.П., Шевченко І.П. Науково-методичні аспекти використання еродованих земель в агроландшафтах зони Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 11(788). С. 13–19. doi: 10.31073/agrovisnyk201811-02

3. Камінський В.Ф., Сайко В.Ф. Оптимізація земельних угідь як основна складова їхнього ефективного використання. *Землеробство: міжвід. темат. наук. зб.* 2017. Вип. 1 (92). С. 3–7.

4. Камінський В.Ф., Шевченко І.П., Коломієць Л.П. Науково-методичне забезпечення охорони земель сільськогосподарського призначення як передумова сталого розвитку агропромислового комплексу України. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 1. С. 5–10. doi: 10.31073/agrovisnyk201801

5. Тараріко О.Г., Ільєнко Т.В., Кучма Т.Л. Формування сталих систем землекористування та охорони ґрунтів: актуальність та проблеми у сучасних умовах. *Український географічний журнал*. 2016. № 3. С. 56–60. doi: 10.15407/ugz2016.03.056

6. Камінський В.Ф., Коломієць Л.П., Шевченко І.П. та ін. Принципи проектування організації території схилістих агроландшафтів в системі ґрунтозахисного землеробства. *Землеробство та рослинництво: теорія і практика*. 2021. Вип. 1(1). С. 5–12. doi: 10.54651/agri.2021.01.01

7. Тараріко О.Г., Кучма Т.Л., Ільєнко Т.В., Дем'янюк О.С. Ерозійна деградація ґрунтів України за впливу змін клімату. *Агроекологічний журнал*. 2017. № 1. С. 7–15.

8. Thivierge M., Jégo G., Belanger G. et al. Predicted yield and nutritive value of an Alfalfa-Timothy mixture under climate change and elevated atmospheric carbon dioxide. *Agronomy J.* 2016. V. 108. P. 585–603.

9. Цимбал Я.С., Кушук М.А. Продуктивність і кормова цінність люцерни порівняно з іншими багаторічними травами. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 10 (799). С. 24–31. doi: 10.31073/agrovisnyk201909-04

10. Tucak M., Ravlić M., Horvat D., Čupić T. Improvement of Forage Nutritive Quality of Alfalfa and Red Clover through Plant Breeding. *Agronomy J.* 2021. 11. 2176. doi: 10.3390/agronomy11112176

11. Кургак В.І., Дегодюк Е.Г., Гавриш Я.В. Кормова продуктивність люцерно-злакових агроценозів з різними злаковими компонентами. *Вісник аграрної науки*. 2022. № 3 (828). С. 28–36. doi: 10.31073/agrovisnyk202203-04

12. Балюк С.А., Носко Б.С., Воротинцева Л.І. Регулювання родючості ґрунтів та ефективності добрив в умовах змін клімату. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 4 (781). С. 5–12.

13. Пліско І.В. Оцінка природного біологічного потенціалу продуктивних земель України. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2015. № 83. С. 24–30.

14. Шевченко М.С., Десятник Л.М., Швець Н.В., Шевченко С.М. Методика визначення вологості ґрунту: класичні помилки і об'єктивні фізичні параметри. *Зернові культури*. 2018. Т. 2, № 2. С. 309–313. doi: 10.31867/2523-4544/0041

15. Ткачук О.П. Водовитрачання агроєкосистемами бобових багаторічних трав залежно від років вегетації. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 20. С. 195–210. URL: <https://10.37128/2707-5826-2021-15>

16. Забарна Т.А. Вплив норм мінеральних добрив на вологоспоживання та врожай листостеблової маси конюшини лучної. *Зб. наук. пр. Вінницького НАУ*. 2011. № 9 (49). С. 19–24.

17. Повидало В.М. Особливості виробництва сільськогосподарської продукції на схилістих землях. *Землеробство: міжвід. темат. наук. зб.* 2016. Вип. 1 (90). С. 68–71.

18. Kaminskyi V., Kolomiets L., Bulgakov V., Olt J. An investigation into the state of agricultural lands under water erosion conditions. *Agronomy Research*. 2021. V. 19. N 2. P. 458–471. doi: 10.15159/AR.21.029

19. Якість ґрунту. Визначання сухої речовини та вологості за масою. Гравіметричний метод: ДСТУ ISO 11465:2001. [Чинний від 01.01.2003]. Київ: Держстандарт України, 2002. 13 с.

20. Методика проведення дослідів по кормовиробництву; за ред. Бабича А.О. Вінниця, 1994. 96 с.