

DOI: <https://doi.org/10.31073/mivg202101-272>

Available at (PDF): <http://mivg.iwpim.com.ua/index.php/mivg/article/view/272>

УДК 633.31:631.53.01(477.7)

## ВОДОСПОЖИВАННЯ ТА РЕЖИМ ЗРОШЕННЯ НАСІННЄВОЇ ЛЮЦЕРНИ В УМОВАХ РЕГІОНАЛЬНОЇ ЗМІНИ КЛІМАТУ В ПІВДЕННОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ

С.П. Голобородько<sup>1</sup>, докт. с.-г. наук, О.М. Димов<sup>2</sup>, канд. с.-г. наук

<sup>1</sup> Інститут зрошуваного землеробства НААН, Херсон, Україна;  
<https://orcid.org/0000-0002-6968-985X>; e-mail: [goloborodko1939@gmail.com](mailto:goloborodko1939@gmail.com);

<sup>2</sup> Інститут зрошуваного землеробства НААН, Херсон, Україна;  
<https://orcid.org/0000-0002-7839-0956>; e-mail: [lksndrdymov@gmail.com](mailto:lksndrdymov@gmail.com)

**Анотація.** У статті викладено результати наукових досліджень із встановлення насіннєвої продуктивності люцерни, вирощуваної на зрошуваних і неполивних землях південного Степу України. Доведено, що отримання стабільно високих урожаїв кондиційного насіння люцерни в умовах регіональної зміни клімату можливе лише за оптимального запасу продуктивної вологи в ґрунті, оскільки протягом останніх років вирощування культури проводиться за підвищеного температурного режиму й недостатньої кількості атмосферних опадів. Встановлено, що зрошення насіннєвої люцерни протягом вегетаційного періоду, незалежно від сорту й укосу, слід проводити за двома міжфазними періодами: «початок відростання (сходи) – початок бутонізації» та «початок бутонізації – початок цвітіння». У першому міжфазному періоді необхідно створювати умови для нормального росту й розвитку рослин, що досягається шляхом підтримання на темно-каштанових ґрунтах рівня передполивної вологості 0–100 сантиметрового шару в межах 70–75 % НВ і на чорноземах супіщаних – 55–60 %. У другому міжфазному періоді необхідно забезпечувати оптимальні умови для проходження продукційних процесів і формування врожаю кондиційного насіння, що досягається шляхом гальмування ростових процесів, оскільки люцерна зростатиме. Тому рівень передполивної вологості розрахункового шару на середньо- та важкосуглинкових ґрунтах необхідно підтримувати в межах 60–65 % НВ і 45–50 % НВ – на чорноземах супіщаних. Аналіз зміни природно-кліматичних умов, проведений протягом останніх років, свідчить, що в підзоні південного Степу вирощування люцерни на насіння можливе лише за умов розвинутого зрошуваного землеробства. Ліквідація дефіциту природного зволоження, у поєднанні з високою забезпеченістю тепловими ресурсами й родючими темно-каштановими ґрунтами та чорноземами південними, є об'єктивною природною передумовою подальшого зростання насіннєвої продуктивності люцерни та зменшення її залежності від екстремальних погодних умов і, передусім, у середньосухі (75 %) та сухі (95 %) за забезпеченістю опадами роки.

**Ключові слова:** люцерна, насіння, водоспоживання, режим зрошення, клімат, урожайність, укіс, енергоємність

**Актуальність дослідження.** Найпоширенішою кормовою культурою в землеробстві високорозвинених країн світу, яка на початку ХХІ століття вирішує проблему збільшення виробництва рослинного білка та підвищення родючості ґрунтів, є люцерна. Нині на всіх континентах земної кулі люцерна вирощується у 80 країнах світу на площі 34 млн га, зокрема в країнах Європи – 6,0; Північної Америки – 12,0 (з них 9,8 у США і 2,2 – Канаді); Південної Америки – 7,4; Австралії – 2,0 млн га [1].

Вирощують люцерну в одновидових посівах й у складі люцерно-злакових травосумішок на орних землях та природних кормових угіддях для використання на зелений корм та заготівлі сіна й сінажу. В 100 кг зеленої маси люцерни міститься 18–22 кг кормових

одиниць; 4,1–4,8 кг перетравного протеїну та 6–7 г каротину. Розвиваючись у симбіозі з бульбичковими бактеріями, люцерна впродовж трьох–чотирьох років використання залишає після себе до 150–200 кг/га симбіотичного азоту в ґрунті, а тому в польових, кормових та овочевих сівозмінах є добрим попередником для всіх зернових і овочевих культур [2–5]. Велике значення люцерна має в зрошувальному й неполивному землеробстві і як фіто-меліоруюча культура, насамперед, на ґрунтах, схильних до вітрової та водної ерозії [6–9].

Основним обмежуючим фактором подальшого розширення посівних площ люцерни в підзоні південного Степу є недостатня кількість її насіння [10–12]. Головною причиною істотного скорочення посівних площ люцерни в Україні є низка важливих чинників, а саме:

ліквідація спеціалізованих господарств, які займалися насінництвом культури; розпаювання земельних ресурсів та істотне скорочення поголів'я великої рогатої худоби. Зумовлено зменшення посівних площ і недосконалою матеріально-технічною базою спеціалізованих господарств, що залишилися, та забезпеченням їх засобами захисту рослин від шкідників, хвороб та бур'янів, а також істотним впливом регіональної зміни клімату в зоні Степу. Внаслідок цього посівні площі люцерни, вирощуваної на насіння, зменшилися в Україні до мінімальних розмірів. Для доведення посівних площ люцерни до оптимізованої потреби необхідно щорічно виробляти 28,0–30,0 тис. тонн насіння культури. Разом з тим основна кількість насіння в сучасних умовах господарювання виробляється дрібнотоварними господарствами, які вирощують його лише для власних потреб. Через це товарність вирощеного насіння не перевищує 10–15% проти 55–86% у 1986–1990 рр. Останнє зумовлено відсутністю необхідних фінансових коштів у дрібнотоварних землекористувачів для закупівлі насіння люцерни високих репродукцій. З цієї ж причини в 3–7 разів скоротився попит на базове та добазове насіння вітчизняної селекції, що призвело до порушення системи сортооновлення та сортозаміни загалом.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Люцерна належить до вологовивагливих культур і для нормального функціонування всіх процесів життєдіяльності рослин та отримання високих урожаїв насіння споживає значну кількість ґрунтової вологи [13]. При цьому режим зрошення насінневої люцерни значною мірою відрізняється від поливного режиму люцерни, вирощуваної на кормові цілі. Тому правильне регулювання водного режиму ґрунту за допомогою проведення вологозарядкових і вегетаційних поливів має забезпечувати оптимальне протікання ростових процесів, закладення та розвиток репродуктивних органів і виключати вилягання й так зване стеблуння рослин.

Згідно з дослідженнями Інституту зрошуваного землеробства НААН при розробці поливних режимів насінневої люцерни слід враховувати загальну потребу рослин у воді за фазами їх росту й розвитку. При цьому рекомендовані режими зрошення повинні повністю забезпечувати водою рослини, які вирощуються, з урахуванням запасів продуктивної вологи в ґрунті, створюваної за рахунок атмосферних опадів, що випадають у зимовий та вегетаційний періоди, а також вологозарядкових та вегетаційних поливів [14].

Для люцерни, вирощуваної на насіння, характерний високий ступінь використання запасів вологи з різних шарів ґрунту. На темно-каштановому середньосуглинковому ґрунті рослини люцерни другого року використання із загальної кількості вологи в триметровому шарі з першого метра споживають 47–66%, другого – 30–35, з третього метра – 10–23%. Тому при закладанні насінневих посівів люцерни на ґрунтах із високим рівнем залягання ґрунтових вод вказану біологічну особливість культури завжди необхідно враховувати. Розміщення насінневих посівів люцерни слід проводити тільки на земельних площах з глибоким, більше 3,5 м, рівнем залягання ґрунтових вод [15].

Поряд з цим при розробці режимів зрошення насінневої люцерни необхідно враховувати основні біологічні особливості культури, які обумовлені тим, що хоча вказана бобова рослина і є багаторічною та багатокісною, надземна її частина: стебла, листя та суцвіття – живе лише один рік. Коренева система з коронкою (зоною кушення), залежно від виду, проростає на одному місці протягом декількох років і має високу пластичність, а тому люцерна вирощується в різних ґрунтово-кліматичних умовах.

Основна маса кореневої системи люцерни на різних типах ґрунтів знаходиться в 0–25-сантиметровому шарі й становить до 60% всієї маси коренів, що розміщуються в метровому шарі. На бічних коренях другого й третього порядків у великій кількості розташовуються дрібні бічні корінці, які зосереджені в більш глибоких (0–70 см) шарах ґрунту [16]. На дрібних коренях розташовані кореневі волоски, що є найбільш активною частиною кореневої системи, на яких розвиваються бульбочкові бактерії, що вільно фіксують азот атмосфери. За даними Снігового й В.М. Важова (1989) загальна маса кореневої системи люцерни першого року використання в 0–100 сантиметровому шарі ґрунту в умовах природного зволоження (без зрошення) досягає 3,91 т/га, другого – 5,32, третього року – 6,04 т/га, відповідно, при зрошенні (65–70% НВ) – 7,07 т/га, 11,55 і 13,54 т/га [17].

Першою визначальною біологічною особливістю насінневої люцерни є те, що вона тісно пов'язана з біологією її плодоутворення, яка повинна бути спрямована на максимальний розвиток генеративних органів – китиць, квіток, бобів та насіння в бобах й обмеження переростання вегетативної маси. Тому за вирощування люцерни на насіння необхідно

використовувати такі генотипи культури, у яких в орному шарі формується добре розгалужена коренева система з бічним корінням і слабкорозвиненим стрижневим коренем. Зазначений тип кореневої системи добре забезпечує елементами мінерального живлення генеративні органи, внаслідок чого обмежене надходження вологи з глибоких шарів ґрунту перешкоджає її стеблунню [18].

Другою біологічною особливістю люцерни є будова її кореневої системи, яка відіграє важливу роль у системі її удобрення. В процесі свого філогенетичного розвитку люцерна формує кореневу систему в шарі ґрунту 3–4 метри, проте поглинання добрив з глибоких, малозабезпечених елементами мінерального живлення шарів ґрунту, є дуже слабким. Останнє обумовлено тим, що поглинальна здатність кореневої системи люцерни тісно пов'язана з її диханням. За обмеженого доступу кисню дихання коренів у глибоких шарах ґрунту сильно погіршується, що викликає зниження засвоєння поживних речовин протягом вегетаційного періоду рослин культури [19].

Третя, не менш важлива біологічна особливість люцерни, полягає в тому, що до 70–72 % азоту, який міститься в урожаї її вегетативної й генеративної маси, припадає на частку фіксованого бульбочковими бактеріями симбіотичного азоту з атмосфери. Інша частина необхідного для формування врожаю як вегетативної маси, так і насіння культури азоту (28–30 %), забезпечується за рахунок родючості ґрунту або внесення азотних добрив [20; 21].

За нормального росту й розвитку люцерна споживає значну кількість ґрунтової вологи й формує велику площу листової поверхні, що перевищує багаторічні злакові трави та зернові культури в 4–6 разів. Посіви, зайняті люцерною, випаровують води в 12 разів більше, порівняно з озимими зерновими культурами, й у 8 разів більше, ніж ранні ярі. Тому вегетаційні поливи в розрахунковому 0–100-сантиметровому шарі ґрунту для люцерни, вирощуваної на насіння, протягом її вегетації повинні проводитися за двома міжфазними періодами: «початок відростання (сходи) – початок бутонізації» та «початок бутонізації – початок цвітіння». У першому міжфазному періоді необхідно забезпечувати умови для нормального росту й розвитку рослин, що досягається шляхом підтримання на темно-каштанових ґрунтах та чорноземах південних рівня передполивної вологості 0–100-сантиметрового шару в межах 70–75 % НВ і 55–60 % – на чорноземах супіщаних. У другому міжфаз-

ному періоді необхідно створювати умови для проходження процесів запліднення й плодоутворення, що досягається шляхом гальмування ростових процесів. Тому рівень передполивної вологості розрахункового шару на середньо- та важкосуглинкових ґрунтах необхідно підтримувати в межах 60–65 % НВ, а на чорноземах супіщаних – 45–50 % НВ. Проте, через відсутність у даний час довготривалих наукових досліджень щодо впливу регіональної зміни клімату на вирощування сільськогосподарських культур у різні за забезпеченістю опадами роки, ще неможливо планувати й проводити своєчасні агротехнічні заходи, які б забезпечували отримання високих урожаїв [22–24].

**Метою дослідження** є узагальнення результатів багаторічних польових дослідів, проведених на зрошуваних землях південного Степу по встановленню водоспоживання насінневої люцерни в різні за забезпеченістю опадами роки, та розробка режимів зрошення культури в умовах регіональної зміни клімату.

**Матеріали і методи досліджень.** Основними чинниками, які визначають насінневу продуктивність люцерни, є: вибір найбільш продуктивного й адаптованого до місцевих умов сорту; способу й строку його сівби; тривалості використання насінневих посівів; вибір укосу, з якого доцільно отримувати урожай насіння; застосування енергоощадного режиму зрошення та системи удобрення; інтегрованої системи захисту посівів від шкідників, хвороб та бур'янів; видовий склад та чисельність диких поодиноких запилювачів; спосіб і строк збирання врожаю; погодно-кліматичні умови.

Двофакторний польовий дослід зі встановлення насінневої продуктивності різних сортів люцерни, залежно від режимів зрошення, проводили на зрошуваних землях Чалбаської піщаної арени, Олешківський район, Херсонська область. Схемою польового дослідження передбачалося визначення водоспоживання та режиму зрошення двох сортів люцерни (Херсонська 7 та Надежда) залежно від кількості вегетаційних поливів, що проводили за основними фазами росту й розвитку культури. Площа посівної ділянки – 120 м<sup>2</sup>, облікової – 100 м<sup>2</sup>. Норма висіву насіння обох сортів люцерни за широкорядного способу сівби – 5 кг/га [25].

Метод закладки польового дослідження – розщеплені ділянки, повторність чотириразова, розміщення варіантів у повтореннях – рендомізоване. Ділянки першого порядку ( $S_1 = 6048 \text{ м}^2$ ) – сорти люцерни, другого



( $S_2 = 2016 \text{ м}^2$ ) – кількість вегетаційних поливів за фазами росту й розвитку насінневої люцерни.

Сумарне водоспоживання розраховували за рівнянням водного балансу, застосування якого в умовах степової зони України можливе за виключення підживлення ґрунтовими водами верхніх шарів ґрунту й просочування води в глибокі шари [26; 27]. Глибина розрахункового шару ґрунту – 0–100 см. Збирання врожаю насіння широкорядкових посівів люцерни проводили комбайном «Сампо-500». Польові досліді виконували спільно з В.М. Петіним.

Вплив погодних умов на насінневу продуктивність люцерни пов'язаний з її біологічними особливостями й зумовлений тим, що походить ця рослина з країн Близького Сходу й Середньої Азії, де в умовах посушливого напівпустельного клімату, майже за повної відсутності опадів у літній період, вона використовувала лише обмежену кількість ґрунтової вологи.

В Україні подібні кліматичні умови спостерігають в підзоні південного Степу (Одеська, Миколаївська, Херсонська та південні райони Запорізької області). За період травень–вересень у сухі (95 %) за забезпеченістю опадами роки тут випадає незначна кількість опадів: Одеська область – 199 мм, Миколаївська – 190 і Херсонська – 186 мм. Середньодобова температура повітря у III декаді травня – I червня, з початком цвітіння та плодоутворення насіння люцерни, в умовах Херсонської області складає  $21,1\text{--}22,8^\circ\text{C}$  [28].

Тому метою досліджень було встановлення впливу регіональної зміни клімату на проходження продукційних процесів за міжфазними періодами й формування врожаю насіння люцерни загалом за вегетаційний період в різні за забезпеченістю опадами роки. Закладання польових дослідів проводили на середньосуглинковому темно-каштановому ґрунті ДП «ДГ «Копані» ІЗЗ НААН, згідно з існуючими методиками польового досліді [29; 30].

**Результати досліджень та їхнє обговорення.** Дослідження по встановленню впливу регіональної зміни клімату на формування врожаю насіння люцерни свідчить про те, що в умовах природного зволоження (без зрошення) у південній частині зони Степу в сухі (95 %) за забезпеченістю опадами роки, як протягом вегетаційного періоду, так і загалом за рік, випадала майже однакова кількість атмосферних опадів.

Аналіз зміни середньодобової температури повітря в південній частині зони Степу, проведений нами за останні 75 років,

свідчить, що протягом 2012–2020 рр., порівняно із середньою багаторічною за 65 років (1945–2010 рр.), вона була суттєво різною. Підвищення середньої температури повітря протягом вегетаційного періоду 2012–2020 рр., за одночасно недостатньої кількості атмосферних опадів, порівняно з 1945–2010 рр., призводило до суттєвого збільшення випаровуваності й зростання дефіциту вологозабезпечення. Так, за середньої температури повітря в 2012 р., рівної  $21,1^\circ\text{C}$ , й відносної вологості повітря 60 % протягом вегетаційного періоду випаровуваність зростала до 944,0 мм, а дефіцит вологозабезпеченості досягав 757,4 мм.

Одночасно з підвищенням температури повітря в літній період року істотно зростала й тривалість температури вище  $30^\circ\text{C}$ . При цьому підвищення середньомісячної температури повітря протягом вегетаційного періоду 2012–2020 рр. на  $1,7\text{--}3,1^\circ\text{C}$ , порівняно із середніми багаторічними показниками за 65 років (1945–2010 рр.), свідчить про істотну зміну водного режиму в південній частині зони Степу. Величини випаровуваності й дефіциту вологозабезпечення протягом 2012–2020 рр. суттєво змінювалися й залежали від середньомісячної температури й відносної вологості повітря, а також кількості опадів, що випадали протягом вегетаційного періоду (рис. 1).

Як свідчать проведені дослідження, підвищення середньомісячної температури повітря в сухі (95 %) за забезпеченістю опадами 2012 та 2018 роки відбувалося навесні, влітку й восени. У весняні місяці (III–V) температура повітря, порівняно із середньою багаторічною за 65 років (1945–2010 рр.), була вищою на  $2,7^\circ\text{C}$ , або на 28,4 %, відповідно, літні (VI–VIII) –  $2,8^\circ\text{C}$ , тобто на 12,9 %, осінні (IX–XI) – на  $3,3^\circ\text{C}$ , або 32,3 %.

У середньому за 65 років спостережень (1945–2010 рр.) випаровуваність, розрахована за Н.Н. Івановим [31], не перевищувала 722,0 мм, відповідно, дефіцит вологозабезпечення – 487,4 мм. У вологі (5 %) за забезпеченістю опадами роки випаровуваність знижувалася до 608,6 мм, а дефіцит вологозабезпечення – до 243,6 мм. У середньовологі (25 %) та середні (50 %) за забезпеченістю опадами роки випаровуваність зростала до 645,7–746,3 мм, а дефіцит вологозабезпечення – відповідно до 406,7–507,7 мм (рис. 2).

Кількість атмосферних опадів, що випадали в зимовий період (грудень–лютий) у середньому за 65 років спостережень (1945–2010 рр.), не перевищувала 93,0 мм

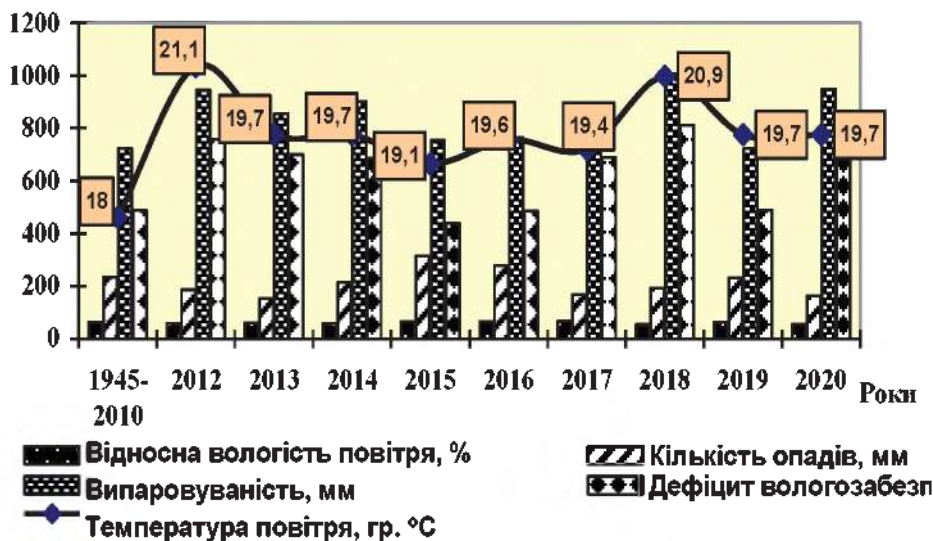


Рис. 1. Гідротермічні показники вегетаційного періоду (квітень–вересень) сільськогосподарських культур у різні за забезпеченістю опадами роки

Джерело: за даними метеорологічної станції м. Херсон

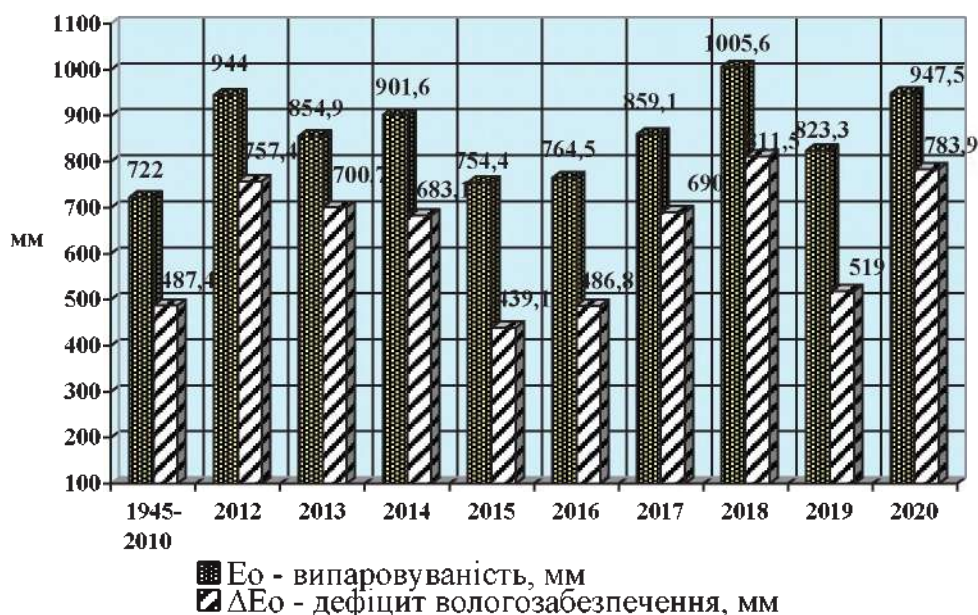


Рис. 2. Випаровуваність (Ео) і дефіцит вологозабезпечення (ΔЕо) протягом вегетаційного періоду сільськогосподарських культур у південному Степу України

Джерело: за даними метеорологічної станції м. Херсон

(22,4%), відповідно, у весняний (березень–травень) – 93,7 (22,5%); літній (червень–серпень) – 126,3 (30,4%) і осінній (вересень–листопад) – 102,7 мм (24,7%).

Усього за вказані пори року випало 415,7 мм, зокрема і за вегетаційний період (квітень–вересень) – 232,6 мм. У сухому (95%) за забезпеченістю опадами 2018 р. протягом зими випало 113,7 мм (27,8%), відповідно, весни – 98,3 (24,0%), літа – 113,9 мм (27,8%) і осені – 83,5 мм (20,4%), усього – 409,4 мм, із

яких 194,1 мм випало за вегетаційний період люцерни (квітень–вересень). При цьому зменшення кількості атмосферних опадів у сухому (95%) за забезпеченістю опадами 2018 р. спостерігалось лише протягом літнього й осіннього періодів вегетації сільськогосподарських культур.

Проте, поряд із дещо меншою кількістю опадів, що випадали у сухі (95%) за забезпеченістю опадами роки, відбувалося істотне підвищення середньодобової температури

й зниження відносної вологості повітря, внаслідок чого проходило зростання випаровуваності до 279,0 мм (38,4%) й дефіциту вологозабезпечення – до 317,5 мм (64,3%). При цьому найбільше підвищення середньодобової температури повітря в сухому (95%) за забезпеченістю опадами 2018 р. спостерігалось навесні, літом та восени, яке у середньому за вегетаційний період (квітень–вересень) досягало 3,0°C (рис. 3).

Загалом екстремальні гідротермічні умови за підвищеної температури повітря й незначної кількості опадів, що випадали протягом вегетаційного періоду, були вкрай несприятливими для росту й розвитку більшості сільськогосподарських культур, що вирощувалися, оскільки за вказаних умов кількість продуктивної вологи в ґрунті не збільшується [32]. Особливо вказане явище протягом останніх років спостерігається в сухі (95%) за забезпеченістю опадами роки і, насамперед у 2007, 2012, 2017, 2018 та 2020 роки.

Останнє потребує впровадження в сільськогосподарське виробництво удосконалених технологій вирощування сільськогосподарських культур, з використанням високоурожайних сортів, більш адаптованих до нових природно-кліматичних умов, зокрема і на зрошуваних землях південної частини зони Степу. Вказана вимога пов'язана, передусім, з істотно зростаючою вірогідністю прояву середньосухих (75%) та сухих (95%) за забезпеченістю опадами років, у які дефіцит вологозабезпечення, особливо протягом останніх десяти років, зростає до 757–811 мм.

Аналіз зміни гідротермічних умов при вирощуванні сільськогосподарських культур

у сухі (95%) за забезпеченістю опадами роки свідчить, що підвищення середньомісячної температури повітря відбувається навесні, влітку та восени. Так, у сухому (95%) за забезпеченістю опадами 2018 році середньомісячна температура повітря, порівняно з середньою багаторічною за 1945–2010 рр., у весняні місяці (IV–V) була вищою на 3,3–4,1°C, відповідно, у літні (VI–VIII) на 2,5–3,5°C (8,7%) і у вересні (IX) – на 2,2°C, або на 13,3%. Підвищення середньодобової температури й зниження відносної вологості повітря, за вкрай недостатньої кількості атмосферних опадів, що випадали в сухі (95%) за забезпеченістю опадами роки, суттєво сприяло зростанню випаровуваності й дефіциту вологозабезпечення.

Фактичні показники зміни гідротермічних умов і, передусім зростання середньомісячної температури повітря й зменшення кількості атмосферних опадів у різні за забезпеченістю опадами роки, свідчать про істотну нестабільність надходження природної вологи, що призводить до поступових змін існуючих агроландшафтів у південному Степу України й значного зниження продуктивності сільськогосподарських культур (табл. 1).

Так, підвищення середньомісячної температури повітря протягом вегетаційного періоду (IV–IX місяці) 2018 р., порівняно з 1945–2010 рр. на 3,0°C, за одночасно недостатньої кількості атмосферних опадів, призводило до істотного зростання випаровуваності й дефіциту вологозабезпечення. Загалом випаровуваність та дефіцит вологозабезпечення в сухому (95%) за забезпеченістю опадами 2018 р. протягом вегетаційного періоду насінневої люцерни істотно змінювалися й залежали

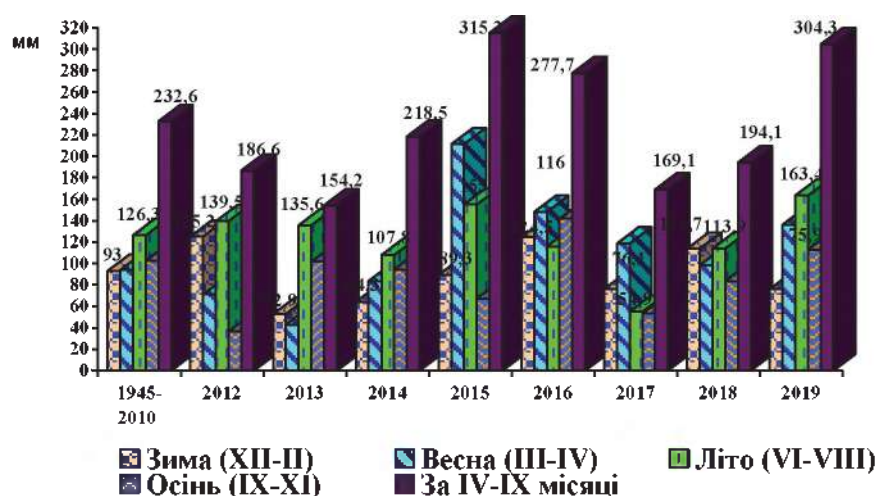


Рис. 3. Кількість атмосферних опадів за сезонами року та протягом вегетаційного періоду (квітень–вересень) у південному Степу України  
Джерело: за даними метеорологічної станції м. Херсон



1. Забезпеченість років атмосферними опадами протягом вегетаційного періоду (квітень–вересень) сільськогосподарських культур у південному Степу України

Роки за забезпеченістю опадами														
вологі (5%)			середньовологі (25%)			середні (50%)			середньосухі (75%)			сухі (95%)		
рік	опад., мм	забезпеченість, %	рік	опад., мм	забезпеченість, %	рік	опад., мм	забезпеченість, %	рік	опад., мм	забезпеченість, %	рік	опад., мм	забезпеченість, %
1980	279,0	9,8	1982	286,3	18,3	1979	273,1	45,7	1986	163,9	83,4	2002	177,4	80,0
1985	361,0	6,3	1987	221,9	20,0	1981	221,4	52,6	1992	168,0	67,9	2007	143,5	96,4
1988	369,1	8,0	1989	196,2	32,0	1983	268,8	42,3	2003	226,8	74,8	2012	186,6	93,4
1997	426,6	2,9	1990	248,3	16,6	1984	204,8	49,1	2006	182,2	77,7	2014	215,2	89,1
2004	407,2	8,5	1991	230,1	28,6	1994	227,9	61,1	2009	205,6	77,6	2017	169,1	89,5
			1993	179,8	37,1	1995	275,3	40,6	2011	185,5	72,0	2018	194,1	96,4
			2000	371,3	14,9	1996	213,1	56,0	2013	154,2	86,2			
			2008	270,0	15,2	1998	299,1	44,0						
			2010	285,9	32,2	1999	216,4	57,7						
			2015	315,3	24,8	2001	244,2	50,8						
			2019	304,3	30,1	2005	216,8	49,9						
						2016	277,7	38,3						
$\bar{x}_0$	368,6	7,1		264,5	24,5		244,9	49,0		183,7	77,1		181,0	90,8

Джерело: за даними метеорологічної станції м. Херсон

від середньомісячної температури й відносної вологості повітря та кількості атмосферних опадів. Загалом середньодобова температура за вегетаційний період насінневої люцерни досягала 20,9°C, й відносна вологість повітря –

56,0%, через що випаровуваність зростала до 1005,6 мм, тобто більше середньої багаторічної на 283,6 мм, або на 39,2%, а дефіцит вологозабезпеченості, відповідно, до 811,5 мм, або більше на 324,1 мм, або 66,5 % (табл. 2).

2. Гідротермічні показники в сухому (95%) за забезпеченістю опадами 2018 р. у порівнянні із середніми багаторічними показниками за 1945–2010 рр.

Місяць	Показники					
	середня температура повітря, °C	відносна вологість повітря, %	сума опадів, мм	випаровуваність, мм	дефіцит вологозабезпечення, мм	коефіцієнт зволоження
Сухий (95%) за забезпеченістю опадами 2018 р.						
Квітень	14,1	58	1,6	115,6	114,0	0,01
Травень	19,5	59	35,7	146,1	110,4	0,24
Червень	22,9	51	23,1	202,4	179,3	0,11
Липень	24,2	61	90,8	169,9	79,1	0,53
Серпень	25,5	46	0,1	247,9	247,8	0,01
Вересень	18,7	64	42,8	123,7	80,9	0,34
За IV–IX	20,9	56	194,1	1005,6	811,5	0,19
Середні багаторічні показники за 1945–2010 рр.						
Квітень	10,0	68	27,5	70,6	43,1	0,39
Травень	16,2	65	41,8	106,9	65,1	0,39
Червень	20,4	64	50,4	133,6	83,2	0,38
Липень	22,7	61	42,6	159,7	117,1	0,27
Серпень	22,0	61	34,2	155,1	120,9	0,22
Вересень	16,5	69	38,1	96,1	58,0	0,40
За IV–IX	18,0	65	234,6	722,0	487,4	0,32

Джерело: за даними метеорологічної станції м. Херсон

Протягом вегетаційного періоду 1945–2010 рр. середня температура повітря у квітні–травні досягала 10,0–16,2 °С, у червні–серпні – 20,4–22,6 °С, відповідно, відносна вологість повітря у квітні–травні складала 65–68 %, червні – 64 % і липні та серпні – 61 %. За таких гідротермічних умов випаровуваність у середньому за шістьдесят п'ять років спостережень (1945–2010 рр.) складала 722,0 мм, кількість атмосферних опадів не перевищувала 234,6 мм, а дефіцит вологозабезпечення досягав 487,4 мм.

Аналіз впливу гідротермічних умов, як основних нерегульованих факторів, на формування урожаю насіння люцерни свідчить про те, що в умовах підзони південного Степу в сухому (95 %) за забезпеченістю опадами 2018 р. у весняні, літні та осінні місяці спостерігалось істотне зростання дефіциту вологозабезпечення, насамперед, у квітні, травні, червні, серпні та вересні. Поряд зі зростанням дефіциту вологозабезпечення, в літній період року суттєво зростала й тривалість літньої спеки з максимальною температурою повітря до 36,8–38,2 °С, що в незрошуваних умовах призводило до зниження врожаю більшості сільськогосподарських культур. Тому при проведенні поливних режимів враховували як загальну потребу насінневої люцерни у воді за фазами її росту й розвитку, так і вплив гідротермічних умов на ріст і розвиток культури. При цьому рекомендовані режими зрошення повинні були повністю забезпечувати водою рослини, з визначенням запасів продуктивної вологи в ґрунті, створюваної за рахунок

опадів, що випадали у зимовий та вегетаційний періоди, а також урахуванням вологозарядкових та вегетаційних поливів.

Режим зрошення насінневих посівів люцерни другого й третього років використання, за отримання насіння з першого й другого укосу, складається з вегетаційних та освіжаючих поливів. При цьому слід враховувати й те, що основні фази росту й розвитку люцерни, незалежно від укосу, проходять у літні місяці, тобто в умовах високих температур й пониженої відносної вологості повітря. Тому планування поливного режиму насінневої люцерни повинно базуватися на встановленні запасів продуктивної вологи в 0–100 сантиметровому шарі ґрунту з урахуванням прогнозних погодних умов, які можуть бути протягом літнього періоду вегетації культури.

Встановлено, що найбільше сумарне водоспоживання насінневої люцерни спостерігається в міжфазному періоді «масове цвітіння–дозрівання насіння», яке у середньовологі (25 %) за забезпеченістю опадами роки, незалежно від укосу, з якого отримують насіння, досягає 2090–2270 м³/га, відповідно, у середні (50 %) – 2150–2210, середньосухі (75 %) – 2440–2500 і сухі (95 %) за забезпеченістю опадами роки – 2590–2620 м³/га (табл. 3).

За отримання насіння з першого укосу сумарне водоспоживання насінневих посівів люцерни другого–третього років використання в середньовологі (25 %) за забезпеченістю опадами роки становить 4430 м³/га, відповідно, середні (50 %) – 4580, середньосухі (75 %) – 5150 і в сухі (95 %) – 5470 м³/га.

### 3. Сумарне водоспоживання насінневої люцерни другого року використання залежно від укосу й року забезпеченості опадами

Укіс	Міжфазні періоди	Календарні дати	Тривалість, діб	Сумарне водоспоживання в різні за забезпеченістю опадами роки, м³/га			
				середньовологі (25%)	середні (50%)	середньосухі (75%)	сухі (95%)
I	Пв–Пб	23.03–15.05	54	840	970	1150	1210
	Пб–Пц	16.05–31.05	16	840	920	910	990
	Пц–Мц	01.06–12.06	12	480	540	590	680
	Мц–Дн	13.06–10.08	61	2270	2150	2500	2590
Усього			143	4430	4580	5150	5470
II	Пв–Пб	12.05–13.06	32	610	730	740	600
	Пб–Пц	14.06–23.06	10	990	980	1210	1220
	Пц–Мц	24.06–01.07	8	540	580	630	690
	Мц–Дн	02.07–25.08	55	2090	2210	2440	2620
Усього			105	4230	4500	5020	5130

**Примітка:** Пв – початок відростання; Пб – початок бутонізації; Пц – початок цвітіння; Мц – масове цвітіння; Дн – дозрівання насіння

*Джерело:* за даними метеорологічної станції м. Херсон



Тому в умовах регіональної зміни клімату в південній частині зони Степу в середньосухі (75 %) та сухі (95 %) за забезпеченістю опадами роки необхідно було проводити осінній вологозарядковий полив нормою 500–600 м<sup>3</sup>/га. На фоні вологозарядкового поливу до масової бутонізації потрібне проведення, здебільшого, одного вегетаційного поливу нормою 500–600 м<sup>3</sup>/га. Якщо під час цвітіння рослин настає повітряна посуха (мінімальна відносна вологість нижче 30 %), то поряд із вегетаційними поливами необхідно проводити й освіжаючі поливи нормою 50–200 м<sup>3</sup>/га через кожні 2–3 доби протягом суховійного періоду. Комплексне проведення вегетаційних і освіжаючих поливів у посушливих умовах другої половини вегетації люцерни забезпечує формування врожайності кондиційного насіння до 500–560 кг/га.

Ріст і розвиток рослин люцерни в другому укосі суттєво залежить від терміну скошування насіннєвого травостою, оскільки проходження ростових процесів і формування врожаю насіння культури проходить у літні місяці в умовах високих температур та низької відносної вологості повітря. За отримання насіння люцерни з другого укосу сумарне водоспоживання насіннєвих посівів культури другого–третього року життя в середньовологі (25 %) за забезпеченістю опадами роки становить – 4230 м<sup>3</sup>/га, середні (50 %) – 4500, середньосухі (75 %) – 5020 і в сухі (95 %) – 5130 м<sup>3</sup>/га. При цьому одразу ж після скошування й прибирання зеленої маси з поля необхідно проводити вегетаційний полив на відростання насіннєвої люцерни нормою 500–600 м<sup>3</sup>/га. Тому режим зрошення насіннєвої люцерни за отримання врожаю з другого укосу повинен базуватися на врахуванні вмісту запасу продуктивної вологи в ґрунті, погодних умов, що складаються, та біологічних особливостей сортів люцерни, що вирощуються.

У середньовологі (25 %) та середні (50 %) за забезпеченістю опадами роки максимальний врожай кондиційного насіння люцерни, за отримання врожаю з другого укосу, забезпечується за проведення одного вегетаційного поливу нормою 500–600 м<sup>3</sup>/га в період масової бутонізації культури. У середньосухі (75 %) та сухі (95 %) за забезпеченістю опадами роки для отримання високих урожаїв насіння люцерни з другого укосу в підзоні південного Степу України, окрім вегетаційного поливу на відростання, необхідне проведення двох–трьох вегетаційних поливів нормою 500–600 м<sup>3</sup>/га. Залежно від погодних умов, що складаються до масової бутонізації, здебільшого, потрібно

проведення одного вегетаційного поливу, а в міжфазний період «початок цвітіння–масове цвітіння» – одного–двох поливів. Так само, як і в першому укосі, ефективно проведення освіжаючих поливів, особливо за наявності суховіїв під час цвітіння рослин люцерни.

Основні економічні показники режимів зрошення насіннєвої люцерни другого–третього року використання за отримання врожаю на чорноземі супіщаному з першого укосу найбільшою мірою залежали від величини врожайності, вартості 1 тонни насіння й суми прямих витрат на її вирощування.

У контрольному варіанті (без вегетаційних поливів) витрати грошових коштів на вирощування насіння люцерни на 1 га становили 752,5 грн. За проведення одного вегетаційного поливу нормою 600 м<sup>3</sup>/га вони збільшуються до 940,2 грн/га, відповідно, двох – 1214,0 і трьох – 1324,4 грн/га. Собівартість 1 кг кондиційного насіння у варіанті без поливів виявилася найвищою й становила 13,68 грн сорту Херсонська 7 і 10,91 грн – сорту Надежда. За вирощування насіннєвої люцерни без зрошення умовно чистий прибуток обох сортів не перевищував 3097,5–4077,5 грн/га, оскільки врожайність кондиційного насіння їх була низькою й складала 55–69 кг/га. Проведення одного вегетаційного поливу в міжфазний період «початок відростання–початок бутонізації» сприяло зростанню врожаю насіння культури й зниженню його собівартості до 3,06–3,81 грн/кг та отриманню умовно чистого прибутку з 1 га до 16349,8–20549,8 грн (табл. 4).

Два вегетаційних поливи, які проводили за міжфазними періодами «початок відростання–початок бутонізації» та «початок бутонізації–початок цвітіння», сприяли зниженню собівартості 1 кг насіння люцерни сорту Херсонська 7 до 3,19 грн і 2,09 грн – сорту Надежда й зростанню умовно чистого прибутку з 1 га до 25456–39386 грн.

Проведення трьох вегетаційних поливів у вищезазначені міжфазні періоди насіннєвої люцерни сприяло подальшому зниженню собівартості 1 кг кондиційного насіння. При затратах на 1 га, незалежно від сорту, рівних 1324,4 грн, і врожайності кондиційного насіння сорту Херсонська 7–422 кг/га, собівартість 1 кг насіння досягала 3,14 грн, відповідно, сорту Надежда – 703 кг/га та 1,88 грн. До того ж умовно чистий прибуток за вищевказаної врожайності кондиційного насіння зростав до 28216–47886 грн/га.

Витрати сукупної енергії на вирощування й збір врожаю насіння люцерни першого року використання без проведення вегетаційних

4. Економічна та енергетична ефективність вирощування люцерни на насіння за різних режимів зрошення в південному Степу України (в середньому за 3 роки)

Кількість вегетаційних поливів за міжфазними періодами (В)				Урожайність насіння, кг/га	Затрати на 1 га		Умовно чистий прибуток, грн/га	Собівартість 1 кг насіння, грн	Затрати енергії на 1 кг насіння, МДж
Пв-Пб	Пб-Пц	Пц-Мц	Мц-Дн		МДж	грн			
Сорти люцерни (А)									
Сорт Херсонська 7 (А1)									
Без поливів (контроль)				55	11144	752,5	3097,5	13,68	202,62
1	0	0	0	247	13399	940,2	16349,8	3,81	54,25
1	1	0	0	381	15986	1214,0	25456,0	3,19	41,96
1	1	1	0	422	18574	1324,4	28215,6	3,14	44,01
Сорт Надежда (А2)									
Без поливів (контроль)				69	11144	752,5	4077,5	10,91	161,51
1	0	0	0	307	13399	940,2	20549,8	3,06	43,64
1	1	0	0	580	15986	1214,0	39386,0	2,09	27,56
1	1	1	0	703	18574	1324,4	47885,6	1,88	26,42

**Примітка:** Оцінка істотності часткових відмінностей: НІР05 сорт – 168 кг/га; НІР05 зрошення – 93 кг/га. Пв–Пб – початок відростання–початок бутонізації; Пб–Пц – початок бутонізації–початок цвітіння; Пц–Мц – початок цвітіння – масове цвітіння; Мц–Дн – масове цвітіння–дозрівання насіння

поливів (контроль) у південній частині зони Степу України складають 11144 МДж/га. За отримання врожайності кондиційного насіння в зазначеному варіанті, рівної 55–69 кг/га, вирощування насіння культури без проведення вегетаційних поливів було енерговитратним, оскільки енергоємність виробництва 1 кг насіння досягала 161,51–202,62 МДж.

Проведення на насінневі люцерні в міжфазний період «початок відростання–початок бутонізації» одного вегетаційного поливу й освіжаючих поливів сприяло підвищенню врожайності насіння сортів люцерни до 247–307 кг/га, й за енергетичних витрат 13399 МДж/га сприяло зниженню затрат енергії на виробництво 1 кг насіння до 43,64–54,25 МДж.

Два вегетаційних поливи, які проводили на насінневі люцерні в міжфазні періоди «початок відростання–початок бутонізації» та «початок бутонізації–початок цвітіння», за врожайності кондиційного насіння, рівної 381–580 кг/га, сприяли зниженню енергоємності 1 кг насіння до 27,56–41,96 МДж.

Три вегетаційних поливи, проведені у зазначені міжфазні періоди росту й розвитку насінневої люцерни, призводили до підвищення енергетичних витрат до 18574 МДж на 1 га. Проте, за найбільш високої врожайності кондиційного насіння, отриманої в даному варіанті, рівної 422 кг/га по сорту Херсонська 7 і 703 кг/га – сорту Надежда, сприяли зниженню енергетичних витрат на виробництво 1 кг насіння до 26,42–44,01 МДж.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Основним лімітуючим фактором отримання стабільно високих урожаїв кондиційного насіння люцерни в південній частині зони Степу є дефіцит продуктивної вологи в ґрунті, оскільки вирощування культури, як і більшості сільськогосподарських культур, у сучасних умовах господарювання проводиться в умовах недостатнього природного зволоження. Зрошення насінневої люцерни протягом її вегетаційного періоду, незалежно від укосу, слід проводити за двома міжфазними періодами: «початок відростання (сходи) – початок бутонізації» та «початок бутонізації – початок цвітіння». У першому міжфазному періоді необхідно забезпечувати умови для нормального росту й розвитку рослин, що досягається шляхом підтримання на темно-каштанових ґрунтах рівня передполивної вологості 0–100 сантиметрового шару в межах 70–75% НВ і 55–60% – на чорноземах супіщаних. У другому міжфазному періоді необхідно створювати умови для проходження процесів запліднення й плодоутворення, що досягається шляхом гальмування ростових процесів. Тому рівень передполивної вологості розрахункового шару на середньо- та важкосуглинкових ґрунтах необхідно підтримувати в межах 60–65% НВ й 45–50% НВ – на чорноземах супіщаних.

Для отримання високих урожаїв кондиційного насіння люцерни в першому укосі найбільш ефективним в умовах південної частини зони Степу є проведення двох

вегетаційних поливів у міжфазні періоди: «початок відростання–початок бутонізації» та «початок бутонізації–початок цвітіння». Третій вегетаційний полив у міжфазний період «початок цвітіння–масове цвітіння» доцільно проводити лише в сухі (95 %) за забезпеченістю опадами роки. За тривалого прояву в міжфазний період «масове цвітіння–формування бобів» літньої спеки, з максимальною температурою повітря до 36–38°C, на насінневих посівах люцерни другого та третього років використання необхідно проводити також і освіжаючі поливи нормою 50–200 м³/га, особливо за наявності суховіїв під час цвітіння рослин.

Режим зрошення насінневої люцерни при отриманні врожаю з другого укосі істотно залежить від терміну скошування зеленої маси насінневого травостою, а також вмісту запасу продуктивної вологи в ґрунті та погодних умов, що складаються. Тому основною задачею, за вирощування насінневої люцерни в другому укосі, є своєчасне збирання врожаю зеленої маси, яка сформувалася в першому укосі, та проведення вегетаційного поливу на відростання поливною нормою 500–600 м³/га, що значною мірою залежить від року забезпеченості опадами та строків скошування культури.

Окрім вегетаційного поливу на відростання, для отримання високих урожаїв насіння люцерни в другому укосі, особливо у середньосухі (75 %) та сухі (95 %) за забезпеченістю опадами роки, необхідне проведення одного–двох вегетаційних поливів у міжфазні періоди

«початок бутонізації – початок цвітіння» та «початок цвітіння–масове цвітіння» тією ж нормою. Якщо в міжфазний період «початок цвітіння–масове цвітіння», як і в першому укосі, наступають тривалі суховії, ефективно проведення на насінневій люцерні другого та третього років використання також і освіжаючих поливів, особливо за наявності суховіїв під час цвітіння рослин культури.

Аналіз зміни природно-кліматичних умов протягом останніх років у підзоні південного Степу свідчить, що вирощування люцерни на насіння за регіональної зміни клімату можливе лише за розвинутого зрошуваного землеробства. Тому ліквідація дефіциту вологозабезпечення, у поєднанні з високими тепловими ресурсами й родючими чорноземами південними та темно-каштановими ґрунтами, є об'єктивною природною передумовою подальшого розвитку зрошуваного землеробства. Вказане слід розглядати як фактор істотного впливу на зростання продуктивності сільськогосподарських культур та зменшення їх залежності від екстремальних погодних умов і, передусім, у середньосухі (75 %) та сухі (95 %) за забезпеченістю опадами роки.

Природно-кліматична зона Степу характеризується різними ґрунтово-кліматичними умовами, через що впроваджувані оптимізовані режими зрошення насінневої люцерни, за основними фазами росту й розвитку культури, повинні проводитись під постійним контролем за вмістом продуктивної вологи в 0–100 сантиметровому шарі ґрунту.

#### Бібліографія

1. Иванов А.И. Люцерна. Москва : Колос, 1980. 322 с.
2. Бурнашева М.А. Вопросы селекции и семеноводства люцерны. Ташкент : ФАН, 1977. 120 с.
3. Вазов В.М. Эффективность орошения и удобрения семенных посевов люцерны. *Селекция и семеноводство*. 1983. № 3. С. 33–34.
4. Василько В. Урожайность семян люцерны во втором укосе при орошении в зависимости от сроков скашивания первого укоса. *Труды Кубанского СХИ*. 1986. Вып. 223. С. 13–19.
5. Вербицкая Л.П. Люцерна на семена в Краснодарском крае. Краснодар : Краснодарское книжное издательство, 1981. С. 3–61.
6. Бутми Т.К. Возделывание семенной люцерны в Калифорнии. *Сельское хозяйство за рубежом*. 1979. № 7. С. 22–23.
7. Валиев В., Харитонов И. Люцерна и органическое вещество почвы / Возделывание сельскохозяйственных культур. Ашхабад : Госиздат, 1979. С. 47–49.
8. Вошинин П. Семеноводство люцерны в штате Вашингтон. *РЖ «Кормовые культуры»*. 1987. № 2. С. 23.
9. Лозовицький П.С. Поповнення гумусу у ґрунтах Інгулецької зрошувальної системи за рахунок кореневих залишків сільськогосподарських культур / *Зрошуване землеробство : зб. наук. праць*. 2010. Вип. 54. С. 198–210.
10. Наукові основи вирощування насіння багаторічних трав у степовій зоні України : науково-методичні рекомендації [Текст] / Вожегова Р.А. та ін. / Херсон : Гринь Д.С., 2015. 187 с.
11. Вожегова Р.А., Голобородько С.П., Нестерчук В.В. Агробіологічні основи консервації деградованих земель у південному Степу України : монографія. Херсон : Олді-плюс, 2016. 261 с.



12. Голобородько С.П., Погинайко О.А. Люцерна... на корм, на насіння. *Агро Перспектива*. 2014. № 4(166). С. 60–65.
13. Шевель І.В. Сумарне водоспоживання люцерни при зрошенні. *Вісник аграрної науки*. 2002. № 9. С. 67–69.
14. Писаренко В.А. Водопотребление и режим орошения семенной люцерны / Возделывание семенной люцерны на орошаемых землях юга Украины. Київ : Наукова думка, 1984. С. 18–20.
15. Писаренко В.А. Водопотребление и режим орошения кормовых культур / Интенсивное кормопроизводство на орошаемых землях. Київ : Урожай, 1989. С. 76–81.
16. Важов В.М. Развитие корневой системы люцерны при поливе. *Земледелие*. 1979. № 7. С. 37.
17. Снеговой В.С., Важов В.М. Продуктивность люцерны в агроценозе. Кишинев : Штиинца, 1989. 186 с.
18. Бернгердт И.И. Особенности формирования семян люцерны и ее урожай при разных способах посева и орошения. *Селекция и семеноводство*. 1988. № 3. С. 45–47.
19. Голодковский В.Л., Голодковская Л.Л. Корневая система люцерны и плодородие почвы / Биология семенной люцерны. Ташкент : СоюзНИХИ УзССР, 1937. 76 с.
20. Адамень Ф.Ф. Азотфіксація та основні напрямки поліпшення азотного балансу ґрунтів. *Вісник аграрної науки*. 1999. № 2. С. 9–16.
21. Мильто Н.И. Клубеньковые бактерии и продуктивность бобовых растений. Минск : Наука и техника, 1982. 220 с.
22. Клімат України: у минулому... і майбутньому? : монографія / Кульбіда М.І. та ін. / за ред. Кульбіди М.І., Барабаш М.Б. Київ : Сталь, 2009. 234 с.
23. Мартазинова В.Ф., Иванова Е.К., Чайка Д.Ю. Изменения крупномасштабной атмосферной циркуляции воздуха на протяжении XX века и ее влияние на погодные условия и региональную циркуляцию воздуха в Украине. *Геофізичний журнал*. 2006. Т. 28. № 1. С. 51–60.
24. Семёнова И.Г. Метеорологические и синоптические условия засухи в Украине осенью 2011 г. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2012. № 10. С. 58–64.
25. Голобородько С.П., Петин В.Н. Режим орошения и водопотребления семенной люцерны на песчаных землях Нижнего Днепра. *Доклады ВАСХНИЛ*. 1983. № 7. С. 24–26.
26. Костяков А.Н. Основы мелиорации. Москва : Сельхозгиз, 1951. 752 с.
27. Горянский М.М. Методика полевых опытов на орошаемых землях. Киев : Урожай, 1970. 82 с.
28. Агromетeорoлoгiчний бюлeтeнь пo тeритopії Херсонської oбласті. Херсон : Херсонський oблаcний ceнтp з гiдрoмeтeорoлoгiї, 1976–2019 pp.
29. Методика польового досліду : навчальний посібник / Ушкаренко В.О. та ін. Херсон : Гринь Д.С., 2014. 445 с.
30. Медведовський О.К., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ : Урожай, 1988. 205 с.
31. Иванов Н.Н. Показатель биологической эффективности климата. *Известия Всесоюзного географического общества*. 1962. Т. 94. Вып. 1. С. 65–70.
32. Негіс І.Т. Чи висохнуть наші Степи? *Пропозиція*. 2009. № 8. С.62–64.

#### References

1. Ivanov, A.I. (1980). *Liutserna [Alfalfa]*. Moskwa : Kolos. [in Russian]
2. Burnasheva, M.A. (1977). *Voprosy selektsyi i semenovodstva liutsemy [Issues of alfalfa breeding and seed production]*. Tashkent : FAN. [in Russian]
3. Vazhov, V.M. (1983). *Effektivnost orosheniia i udobreniia semennykh posevov liutsemy [Efficiency of irrigation and fertilization of alfalfa seed crops]*. *Selektsiia i semenovodstvo – Selection and seed production*, 3, 33–34. [in Russian]
4. Vasylyko, V. (1986). *Urozhainost semian liutsemy vo vtorom ukose pri oroshenii v zavisimosti ot srokov skashyvaniiia pervoho ukosa [Yield of alfalfa seeds in the second mowing during irrigation, depending on the mowing time of the first mowing]*. *Trudy Kubanskoho SKHI – Works of the Kuban Agricultural Institute*, 223, 13–19. [in Russian]
5. Verbitskaia, L.P. (1981). *Liutserna na semena v Krasnodarskom kraie [Alfalfa for seeds in the Krasnodar territory]*. Krasnodar : Krasnodarskoie knizhnoie izdatelstvo. [in Russian]
6. Butmi, T.K. (1979). *Vozdelyvaniiie semennoi liutsemy v Kalifornii [Cultivation of seed alfalfa in California]*. *Selskoie khoziaistvo za rubezhom – Agriculture abroad*, 7, 22–23. [in Russian]

7. Valiev, V., & Kharitonova, I. (1979). Alfalfa and soil organic matter. Cultivation of agricultural crops. Ashhabad : Gosizdat. [in Russian]
8. Voshchinin, P. (1987). Semenovodstvo liutserny v shtate Vashynhton [Alfalfa seed production in Washington state]. Ref. zhurnal "Kormovye kultury" – Abstract magazine "Forage crops", 2, 23. [in Russian]
9. Lozovitskyi, P.C. (2010). Popovnennia humusu u hruntakh Inhuletskoi zroshuvainoi systemy za rakhunok korenykh zalyshkiv silskohospodarskykh kultur [Replenishment of humus in the soils of the Ingulets irrigation system at the expense of root residues of agricultural crops]. Zroshuvane zemlerobstvo : zb. nauk. prats – Irrigated agriculture: col. of scient. works, 54, 198–210. [in Ukrainian]
10. Vozhehova, R.A., Holoborodko, S.P., Tyshchenko, O.D., Tyshchenko, A.V., & Antypova, L.K. et al. (2015). Naukovi osnovy vyroshchuvannia nasinnia bahatorichnykh trav u stepovii zoni Ukrainy : naukovo-metodychni rekomendatsii [Scientific bases of growing seeds of perennial grasses in the steppe zone of Ukraine : scientific and methodological recommendations]. Kherson : Hrin D.S. [in Ukrainian]
11. Vozhehova, R.A., Holoborodko, S.P., & Nesterchuk, V.V. (2016). Ahrobiolohichni osnovy konservatsii dehradovanykh zemel u pivdennomu Stepu Ukrainy : monograph [Agrobiological foundations of conservation of degraded land in the southern steppe of Ukraine : monograph]. Kherson : Oldi-plus. [in Ukrainian]
12. Holoborodko, S.P., & Pohynaiko, O.A. (2014). Liutsern na korm, na nasinnia [Alfalfa for feed, for seeds]. Ahro Perspektyva – Agrarian Perspective, 4(166), 60–65. [in Ukrainian]
13. Shevel, I.V. (2002). Sumarne vodospozhyvannia liutserny pry zroshenni [Total water consumption of alfalfa during irrigation]. Visnyk aharnoi nauky – Bulletin of Agrarian science, 9, 67–69. [in Ukrainian]
14. Pisarenko, V.A. (1984). Water consumption and irrigation regime for seed alfalfa. Cultivation of seed alfalfa on irrigated lands in the South of Ukraine. Kyiv : Naukova dumka. [in Russian]
15. Pisarenko, V.A. (1989). Water consumption and irrigation mode of forage crops. Intensive forage production on irrigated lands. Kyiv : Urozhai. [in Russian]
16. Vazhov, V.M. (1979). Razvitiie kornevoi sistemy liutserny pri polive [Development of the alfalfa root system during irrigation]. Zemledeliie – Agriculture 7, 37. [in Russian]
17. Snehovoi, V.S. & Vazhov, V.M. (1989). Produktivnost liutserny v ahrotsenoze [Productivity of alfalfa in agrocenosis]. Kishynev : Shtiintsa. [in Russian]
18. Berngerdt, I.I. (1988). Osobennosti formirovaniia semian liutserny i yeie urozhai pri raznykh sposobakh poseva i orosheniia [Features of alfalfa seed formation and its yield under different methods of sowing and irrigation]. Selektysia i semenovodstvo – Breeding and seed production, 3, 45–47. [in Russian]
19. Golodkovskii, V.L. & Golodkovskaia, L.L. (1937). Alfalfa root system and soil fertility [Biology of seed alfalfa]. Tashkent : SoiuzNIKHI UzSSR. [in Russian]
20. Adamen, F.F. (1999). Azotfiksatsiia ta osnovni napriamky polipshennia azotnoho balansu gruntiv [Nitrogen fixation and main directions for improving the nitrogen balance of soils]. Visnyk aharnoi nauky – Bulletin of Agrarian science, 2, 9–16. [in Ukrainian]
21. Milto, N.I. (1982). Klubenkoviye bakterii i produktivnost bobovykh rastenii [Root nodule bacteria and leguminous plants productivity]. Minsk : Nauka i tekhnika. [in Russian]
22. Kulbida, M.I., Barabash, M.B., Yelistratova, L.O., Adamenko, T.I., Hrebenuk, N.P., & Tatarchuk, O.H. et al. (2009). Klimat Ukrainy u mynulomu i maibutniomu? : monograph [Climate of Ukraine in the past and in the future? : monograph]. Kulbida, M.I., Barabash, M.B. (Eds). Kyiv : Stal. [in Ukrainian]
23. Martazinova, V.F., Ivanova, Ye.K., & Chaika, D.Yu. (2006). Izmeneniia krupnomasshtabnoi atmosfery tsiirkulatsii vozdukh na protiazhenii XX veka i yeie vliianiie na pogodnyie uslovia i regionalnuyu tsiirkulatsiyu vozdukh v Ukraine [Changes in large-scale atmospheric air circulation during the twentieth century and its impact on weather conditions and regional air circulation in Ukraine]. Heofizychnyi zhurnal – Geophysical Journal, V. 28, 1, 51–60. [in Russian]
24. Semenova, I.G. (2012). Meteorologicheskie i sinopticheskie uslovia zasukhi v Ukraine oseniu 2011 g. [Meteorological and SYNOPTIC conditions of drought in Ukraine in autumn 2011]. Ukrainyskyi hidrometeorolohichnyi zhurnal – Ukrainian hydrometeorological Journal, 10, 58–64. [in Russian]

25. Holoborodko, S.P., & Petin, V.N. (1983). Rezhym orosheniia i vodopotrebleniia semennoi liutsemy na peschanykh zemliakh Nizhneho Dnepra [Regime of irrigation and water consumption of seed alfalfa on the sandy lands of the Lower Dnieper]. Doklady VASKhNIL – Reports of the AULAS, 7, 24–26. [in Russian]
26. Kostikov, A.N. (1951). Osnovy melioratsyi [Basics of land reclamation]. M. : Selkhozgiz [in Russian]
27. Horianskii M.M. (1970). Metodika polevykh opytov na oroshaiemykh zemliakh [Methods of field experiments on irrigated lands]. K. : Urozhai. [in Russian]
28. Agrometeorological bulletin for the territory of the Kherson region (1976–2019). Kherson : Khersonskiy oblasnyi tsentr z meteorologii. [in Ukrainian]
29. Ushkarenko V.O., Vozhehova, R.A., Holoborodko, S.P., Kokovikhin, S.V. (2014). Metodyka poliovoho doslidu [Field experiment methodology]. Kherson : Hrin D.S. [in Ukrainian]
30. Medvedovskiy, O.K., Ivanenko, P.I. (1988). Enerhetichnyi analiz intensyvnnykh tekhnolohii v silskohospodarskomu vyrobnytstvi [Energy analysis of intensive technologies in agricultural production]. K. : Urozhai. [in Ukrainian]
31. Ivanov, N.N. (1962). Pokazatel biolohicheskoi effektivnosti klimata [The index of biological effectiveness of climate]. Izvestiia Vsesoiuznogo geograficheskogo obshchestva – News of the all-Union geographical society, V. 94, 1, 65–70. [in Russian]
32. Netis, I.T. (2009). Chy vysokhnut nashi Stepy [Will our Steppes dry up?]. Propozytsiia – Proposition, 8, 62–64. [in Ukrainian]

**С.П. Голобородько, А.Н. Дымов**

#### **Водопотребление и режим орошения семенной люцерны в условиях регионального изменения климата в южной Степи Украины**

**Аннотация.** Вследствие современных климатических изменений фактически вся территория Украины. В статье изложены результаты научных исследований по установлению семенной продуктивности люцерны, выращиваемой на орошаемых и неполивных землях южной Степи Украины. Доказано, что получение стабильно высоких урожаев кондиционных семян люцерны в условиях регионального изменения климата возможно лишь при оптимальном запасе продуктивной влаги в почве, поскольку на протяжении последних лет выращивание культуры проводится при повышенном температурном режиме и недостаточном количестве атмосферных осадков. Установлено, что орошение семенной люцерны на протяжении вегетационного периода, независимо от сорта и укоса, следует проводить по двум межфазным периодам: «начало отрастания (всходы) – начало бутонизации» и «начало бутонизации – начало цветения». В первом межфазном периоде необходимо создавать условия для нормального роста и развития растений, что достигается путем поддержания на темно каштановых почвах уровня предполивной влажности 0–100 см слоя в пределах 70–75 % НВ и на черноземах супесчаных – 55–60 %. Во втором межфазном периоде необходимо обеспечивать оптимальные условия для прохождения продукционных процессов и формирования урожая кондиционных семян, что достигается путем торможения ростовых процессов, поскольку люцерна будет произрастать. Поэтому уровень предполивной влажности расчетного слоя на средне и тяжелосуглинистых почвах необходимо поддерживать в пределах 60–65 % НВ и 45–50 % НВ – на черноземах супесчаных. Анализ изменения природно климатических условий, проведенный на протяжении последних лет, свидетельствует, что в подзоне южной Степи выращивание люцерны на семена возможно лишь в условиях развитого орошаемого земледелия. Ликвидация дефицита природного увлажнения, в сочетании с высокой обеспеченностью тепловыми ресурсами и плодородными темно каштановыми почвами и черноземами южными, является объективной природной предпосылкой дальнейшего роста семенной продуктивности люцерны и уменьшения её зависимости от экстремальных погодных условий и, прежде всего, в среднесухие (75 %) и сухие (95 %) по обеспеченности осадками годы.

**Ключевые слова:** люцерна, семена, водопотребление, режим орошения, климат, урожайность, укос, энергоемкость

**S.P. Holoborodko, O.M. Dymov**

#### **Water consumption and irrigation regime of seed alfalfa under the conditions of regional climate change in the southern Steppe of Ukraine**

**Abstract.** The article presents the results of scientific research to specify the seed productivity of alfalfa grown on irrigated and rainfed lands of the southern Steppe of Ukraine. It is proved that obtaining stably high yields of conditioned alfalfa seeds under the conditions of regional climate change is possible only providing an optimal supply of productive moisture in the soil, since in recent years the crop has been



grown under high temperature conditions and insufficient precipitation. It was established that irrigation of seed alfalfa throughout the growing season regardless of cultivar and mowing, should be conducted in two interphase periods: “the beginning of regrowth (shoots) – early budding” and “the beginning of budding – beginning of flowering”. In the first interphase period, it is necessary to create conditions for optimal growth and development of plants that is achieved by maintaining the level of pre-irrigation humidity in 0–100 cm layer in the range of 70–75% MMHC on dark chestnut soils and 55–60% – on sandy loam chernozems. In the second interphase period, it is necessary to provide optimal conditions for the development of production processes and the formation of conditioned seed yields that is achieved by inhibiting growth processes, since alfalfa tends to grow up. Therefore, the level of pre-irrigation humidity of the calculated layer on medium and heavy loamy soils should be maintained within 60–65% MMHC and 45–50% MMHC – on sandy loam chernozems. The analysis of changes in natural and climatic conditions carried out over the past years show that in the subzone of the southern Steppe, alfalfa cultivation for seeds is possible only providing the developed irrigated agriculture. Getting the deficit of natural moisture solved, combined with high availability of heat resources and fertile dark chestnut soils and southern chernozems, is an objective natural prerequisite for further growth of seed productivity of alfalfa and reducing its dependence on extreme weather conditions and, above all, in medium dry (75%) and dry (95%) precipitation years.

**Key words:** alfalfa, seeds, water consumption, irrigation regime, climate, yield, mowing, energy intensity