



# Рослинництво, кормовиробництво

УДК 631.53.01

© 2016

*О.О. Іващенко,  
академік НААН,  
доктор сільсько-  
господарських наук*

*В.Г. Найдъонов,  
кандидат сільсько-  
господарських наук*

*Асканійська державна  
сільськогосподарська  
дослідна станція  
Інституту зрошуваного  
землеробства НААН*

## **ПРОБЛЕМИ ДЕФІЦИТУ ВОДИ В СТЕПУ**

**Мета.** Оцінка актуальності дефіциту води в Степу. **Методи.** Використано регламенти метеорологічних спостережень, які застосовують на метеорологічних станціях країни. **Результати.** Обліки доводять, що у дні з високою температурою (30°C і вище) і вітряною погодою інтенсивність випаровування води з ґрунту на полях дослідної станції досягає 3 – 5 і навіть 7 мм за добу. **Висновки.** Одним з пріоритетних напрямів розробки заходів протистояння втратам вологи з ґрунту є максимальне ослаблення швидкості приземного шару повітря і сприяння підвищенню рівня його відносної вологості для формування сприятливішого мікроклімату для посівів культурних рослин. Інтенсивність транспірації сільськогосподарських рослин можна істотно знизити за умови, що приземний шар повітря матиме вищий рівень відносної вологості і нижчу традиційної для регіону швидкість вітру (для більшості видів рослин рух повітря 1 – 3 м/с є оптимальним).

**Ключові слова:** степ, волога, опади, тепло, випаровування, вітер, ґрунт.

Зона Степу — це практично половина площ орних земель України. Тому, як складається ситуація з кліматом і конкретною погодою в цій кліматичній зоні кожного року, відчуває увесь аграрний сектор економіки держави і міжнародний ринок продовольства [11]. Тенденція змін клімату останніми десятиліттями ускладнює і без того далеко не просту екологічну ситуацію в ґрунтово-кліматичній зоні Степу, особливо в питаннях вирощування сільськогосподарських культур.

Проблем у зоні Степу є багато, проте найгостріші — ерозія ґрунтів і загальна деградація доквілля та зростаючий дефіцит води

в регіоні.

В історичну давнину, коли простори Степу зберігали природну рослинність, ерозія ґрунтів була незначною: у найзагрозливіших місцях виникали і повільно розвивались яри, які сама природа поступово зупиняла рослинністю і трансформувала у балки та байраки. Процеси дефляції не мали умов для посилення через наявність на поверхні ґрунту добре розвиненої трав'янистої рослинності [1–4].

Степові річки (достатньо повноводні і здорові) були захищені деревною і чагарниковою рослинністю, що формувала природні

байраки. Площі водозборів були задерновані і поверхневого переміщення дрібнозему ґрунту майже не відбувалося завдяки значному гальмуванню швидкості руху поверхневих вод рослинністю після дощів і танення снігу [14].

У процесі освоєння зони Степу людиною, особливо після ліквідації Запорозької Січі, коли більшість територій були роздані великим землевласникам і розорані під орні землі, розпочалася стрімка деградація регіону. Вона виявлялась у різних показниках: від швидкого зменшення чисельності і видового складу диких тварин і рослин, ліквідації і так малих площ лісів і байраків на господарські потреби — до активізації процесів ерозії ґрунту (як водної, так і вітрової). У результаті Степ у весняний період отримав явище «пилових бур», коли потужні потоки сухого повітря піднімали з оголеної поверхні полів тисячі тонн чорнозему, переносили на сотні кілометрів і намітали кучугури дрібнозему заввишки у кілька метрів [10, 16, 17].

Регулярне повторення жорстких посух і неурожаїв змусило людей, здатних думати й аналізувати, ще наприкінці XIX ст. звернути увагу на таку комплексну екологічну проблему, яка виникла внаслідок нерозумної господарської діяльності на орних землях.

Класичні наукові дослідження В.В. Докучаєва, В.Г. Ротмістрова і багатьох інших вітчизняних учених розкрили головні причини проблем зони Степу і визначили напрями її успішного розв'язання [7, 15, 16].

Сучасна господарська діяльність на орних землях у зоні Степу багато в чому нагадує ту, що відбувалась у регіоні 150–200 років тому. Тоді вирощували інші сорти і був інший рівень технічної оснащеності господарств, вищий запас міцності мала природа, проте тенденції розвитку процесів і очікувані наслідки дуже схожі.

Зміни клімату в бік наростання рівня аридізації та континентальності прискорюють і ускладнюють небажані тенденції, що формуються на орних землях зони Степу в результаті нераціональної господарської діяльності [12, 13].

Сучасна зона Степу складається зі Степу Північного і Степу Південного, які плавно переходять один в інший. Загальні проблеми ведення землеробства у ґрунтово-кліматичній зоні спільні. Проте у Степу Південному вони виявляються виразніше через більшу

кількість тепла, що надходить, і відповідно меншу кількість опадів у цьому регіоні порівняно зі Степом Північним [5, 6, 8].

**Мета досліджень** — оцінка актуальності дефіциту води в Степу.

**Матеріали і методи досліджень.** Дослідження й аналіз метеорологічних особливостей умов вегетації посівів сільськогосподарських культур проведено у 2013–2015 рр. на орних землях Асканійської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту зрошувального землеробства НААН. В основі аналізу використано результати системи метеорологічних вимірювань і спостережень, виконаних у роки досліджень. Методичною основою спостережень і вимірювань були регламенти метеорологічних спостережень, які застосовують на метеорологічних станціях країни [9].

**Результати досліджень.** Теплий період року в регіоні, де розміщена дослідна станція, триває від 272 (2013 р.) до 310 днів (2015 р.). Тривалість теплового періоду з температурним порогом +5°C — 228 і 250 днів відповідно; +10°C — у межах від 177 до 246 днів.

Регіон отримує велику кількість сонячного тепла. У роки досліджень сума позитивних температур за порога +5°C становила від 3858°C (2013 р.) до 3995°C (2015 р.). З порогом +10°C сума ефективних температур коливалась у межах від 3746°C (2013 р.) до 3950°C (2015 р.).

Найтепліший місяць — липень, середньодобова температура якого становить 21–23°C. Кількість днів з температурою повітря, що перевищує 30°C, у роки проведення спостережень — від 26 (2013 р.) до 34 днів (2015 р.).

Крім високих температур повітря в літні місяці, у регіоні Степу Південного є постійна проблема дефіциту води для орних земель, що не мають зрошення. За рік поля дослідної станції у роки досліджень отримували 320–367 мм опадів. Такої кількості опадів у поєднанні з сумою температур мало для формування потрібних запасів вологи у ґрунті.

В умовах дослідної станції практично 2/3 кількості опадів надходить у теплу пору і лише 1/3 — у холодну. Максимальна кількість опадів, що надходить на орні землі в холодну пору року, була невеликою: в межах від 107 мм (зима 2013/2014 рр.) до 122 мм (зима 2014/2015 рр.). Проте саме зимові опади мають для землеробів особливу цінність, оскільки її можна накопичити і зберегти в ґрунті. У холодний період року регіон має

позитивний водний баланс.

У теплий період року на орні землі надходило від 213 мм (2013 р.) до 249 мм (2015 р.). Аналіз балансу тепла в регіоні доводить, що з 2004 по 2014 р. середньорічні температури повітря зросли на 1,6–1,7°C. Тобто клімат у зоні дослідної станції став теплішим. Проте змінилася не лише кількість тепла. Відбуваються зміни у характері надходження опадів на орні землі.

Заміри надходження опадів і їх характер за роки досліджень свідчать, що днів з ефективними опадами (понад 10 мм) протягом року стало менше. У 2013 р. таких днів було 9, у 2015 р. — 6. У середньому за роки досліджень було 7,2 дня з ефективними опадами. Якщо визначити періоди часу між випаданням ефективних дощів у теплий період року (з урахуванням випадання неефективних опадів у т.ч.) з порогом +10°C, то такі опади надходять до орних земель у середньому з інтервалом у 24,6–34,2 дня. Кількість вологи, що надходить з одним середнім ефективним дощем на орні землі, становить від 29,5 мм (2013 р.) до 36,6 мм (2015 р.). Однак середні показники рівня зволоження здатні дуже сильно відхилитися залежно від ситуації з погодою. В умовах стійкого антициклону періоди без дощів взагалі можуть тривати в регіоні 65–90 днів і більше.

У теплий період року водний режим у Степу Південному має випотний характер, тобто випаровування води з ґрунту перевищує кількість опадів, що надходять з атмосфери. Гідротермічний коефіцієнт — менше 1. Дощі, у т.ч. й ефективні, в регіоні дослідної станції випадають традиційно у вигляді інтенсивних злив з грозами. Оцінка інтенсивності зливових дощів доводить, що за 1 хв випадає від 5–7 до 10 мм води. Відповідно за 1 хв на 1 га орних земель надходить до 50–100 т води. Середній для регіону ефективний інтенсивний дощ з грозою може тривати до 10 хв. Дощ з меншою інтенсивністю випадання краплин триває довше. Заміри доводять, що швидкість падіння краплин дощу становить 28–32 км/год. Великі краплини води інтенсивного дощу з такою швидкістю мають значний запас кінетичної енергії. Відповідно їх удари по оголеній поверхні орних земель призводять до руйнування структури ґрунту та його капілярності, що виявляється у зниженні його здатності поглинати вологу. У результаті орні землі погано поглинають опади інтенсивного дощу. Дощова

вода потоком рухається по поверхні поля і її висока швидкість призводить до інтенсивного розмивання орного горизонту. Виникає водна ерозія.

Наявність розвинених рослин у посівах сільськогосподарських культур знижує енергетику краплин інтенсивного дощу поверхнею листків, що приймають і гасять кінетичну енергію дощових краплин. У таких умовах ґрунт краще поглинає дощову вологу. Дощова вода, не поглинута орним шаром ґрунту після інтенсивних дощів, традиційно рухається по поверхні поля до знижених місць. Залежно від інтенсивності дощу і його тривалості та наявності на поверхні поля розвинутої рослинності і особливостей рельєфу за межі поля виходить від 5 до 50% і більше обсягу опадів.

Проте випадання опадів у теплий період року в регіоні ще не гарантує їх продуктивного використання культурними рослинами у процесі вегетації.

Для території дослідної станції, як і для Степу Південного загалом, характерна вітряна погода. Поєднання високих температур і сильних вітрів (від 5–8 до 15 м/с і більше) ускладнює забезпечення посівів сільськогосподарських культур потрібною вологою. Для повітря у теплий період року у зоні Степу Південного характерною є низька відносна вологість. Традиційно в період з квітня по вересень включно відносна вологість приземного шару повітря становить 16–55% [9]. Поєднання цих чинників призводить до інтенсивного випаровування вологи з орного шару ґрунту. Обліки доводять, що у дні з високою температурою (30°C і вище) і вітряною погодою інтенсивність випаровування води з ґрунту на полях дослідної станції досягає 3–5 і навіть 7 мм за добу.

Виявляється поєднання дії класичних фізичних законів для газів у взаємодії повітряного потоку над поверхнею ґрунту і капілярами ґрунту, що містять вологу. У повітряному потоці із наростанням швидкості (динамічного тиску) знижується статичний тиск (потік повітря засмоктує воду з ґрунту, як пульверизатор з ємкості). Відповідно з підвищенням швидкості вітру ефект активного затягування водяної пари з орного шару зростає.

Наявність мульчі (подрібненого ґрунту зі зруйнованими капілярами) на полі здатна виявляти лише частковий позитивний захисний результат. Мульча з рослинних залишків має більшу захисну ефективність,

проте її шар повинен становити близько 5 см. Тонкий шар мало гальмує швидкість приземного потоку повітря і відповідно ослаблення процесу випаровування (евапорації) буде недостатнім.

Випаровування води, у т.ч. і з ґрунту, є процесом ендотермічним (з поглинанням теплової енергії) і відповідає положенням 2-го закону термодинаміки. Згідно з формулою Клаузіуса—Клапейрона на перетворення 1 г рідини у пару води потрібно витратити 2257 Дж теплової енергії. Головним джерелом енергії для всіх процесів на орних землях є сонячні промені. Сонячне сяйво в регіоні найтриваліше в країні і становить 2150–2350 год/рік. Найбільш інтенсивне сонячне сяйво у липні. У роки вимірювань воно тривало від 330 до 358 год на місяць, або 10,6–11,5 год щодня. Енергія сонячних променів на непрозорій поверхні ґрунту трансформується у теплову і забезпечує інтенсивне його нагрівання. Випаровування води частково знижує температуру поверхні ґрунту. Проте таке охолодження ефективне лише за наявності вологи у верхньому шарі ґрунту. Після пересихання верхнього шару він нагрівається до температур, які є екстремальними для вегетації культурних рослин (50–70°C у літні місяці).

Капілярна система ґрунту піднімає вільну

воду з глибини 1,5–2 м і більше до поверхні орного шару і вона легко випаровується.

Випадання середнього ефективного дощу (29–37 мм) в умовах посухи і сильного вітру (від 5–7 до 15 м/с і більше) малоєфективне для культурних рослин, особливо за умови, коли вони ще недостатньо розвинені і нездатні істотно знижувати швидкість потоку повітря над поверхнею ґрунту. Дощ на короткий період знімає водний стрес рослин, зумовлений дефіцитом вологи, ослаблює процеси транспірації через наявність вищої відносної вологості повітря. Проте таке поліпшення умов вегетації посівів дуже короткочасне. Навіть за помірного випаровування вологи (3 мм/добу) запасів інтенсивного дощу вистачить лише на 10 діб. За наявності сильного вітру (6–8 м/с і більше) і високих температур повітря (понад 30°C) вологи, що надійшла з ефективним дощем (30–36 мм) до орного шару, за 4–6 діб знову перетвориться на водяну пару.

Такі результати досліджень у цифровій формі аргументують висновок, якого дійшов ще на початку ХХ ст. відомий знавець степового землеробства В.Г. Ротмістров. Він стверджував, що літні опади не здатні забезпечити отримання урожаю сільськогосподарських культур за відсутності зимових запасів вологи у ґрунті.

## Висновки

Проблемою регіону є не лише обмежена кількість вологи, що надходить протягом року на орні землі (320–367 л/м<sup>2</sup> за рік). Головна проблема — складність накопичити вологу, зберегти у ґрунті та раціонально використати для потреб посівів культурних рослин. Характер випадання дощів у вигляді інтенсивних коротких злив потребує забезпечення швидкої та ефективною інфільтрації дощової води в орний шар ґрунту та в підґрунтя на орних землях. Значна кількість тепла у поєднанні з постійними сильними вітрами та низькою відносною вологістю повітря згідно з об'єктивними фізичними законами призводить до інтенсивного випаровування вологи з ґрунту і через ефект капілярності — до висушування глибоких шарів орних земель. Одним з пріоритетних напрямів розробки заходів протистояння втрачати вологи з ґрунту за обмежених їх

запасів є максимальне ослаблення швидкості приземного шару повітря і сприяння підвищенню рівня його відносної вологості для формування сприятливішого мікроклімату для посівів культурних рослин. Інтенсивність транспірації сільськогосподарських рослин можна істотно знизити за умови, що приземний шар повітря матиме вищий рівень відносної вологості і нижчу традиційної для регіону швидкість вітру (для більшості видів рослин рух повітря 1–3 м/с є оптимальним). Для успішного ведення землеробства в умовах Степу Південного потрібні не окремі захисні заходи, а цілісна наукова система протидії небажаним чинникам: активній ерозії ґрунту, високій швидкості руху повітря над орними землями, а також підвищення рівня його відносної вологості, запобігання перегріванню поверхні ґрунту і посиленню альbedo сонячної променевої енергії та ін.

**Бібліографія**

1. Арманд А.Д. Устойчивость (геомеостатичность) географических систем к различным типам внешних воздействий/А.Д. Арманд//Устойчивость геосистем. — М.: Наука, 1983. — С. 14–32.
2. Атлас почв Украинской ССР; под. ред. Н.К. Крупского, Н.И. Полулана. — К.: Урожай, 1979. — 160 с.
3. Барабанов А.Т. Оценка взаимодействия антропогенных факторов и влияния их на эрозивно-гидрологические процессы и урожай/А.Т. Барабанов, С.Г.Кириченко, В.И. Победенный//Почвозащитная технология полива и повышение надежности противозерозионной защиты: сб. науч. тр. — Пуцзино, 1990. — С. 117–121.
4. Белопольский В.А. Прикладные подходы к ландшафтному земледелию в Степи Украины/В.А. Белопольский//Аграр. наука. — 1998. — № 4. — С. 15–19.
5. Булигін С.Ю. Рациональне використання вологи в умовах прояву водної та вітрової ерозії в Україні/С.Ю. Булигін [та ін.]. — К.: НАУ, 2004. — 114 с.
6. Веремеєнко С.І. Характеристика температурного та водного режиму темно-сірих ґрунтів Західного Лісостепу України. Сучасний стан ґрунтового покриву України та шляхи забезпечення його сталого розвитку на початку ХХІ ст./С.І. Веремеєнко, Н.В. Ковбасюк. — Х., 2006. — С. 33–34.
7. Докучаев В.В. Наши степи прежде и теперь/В.В. Докучаев. — М.: Сельхозиздат, 1936. — 109 с.
8. Дудкин П.А. Скорости течения воды на поверхности водосбора и методы их изучения/П.А. Дудкин//Метеорология и гидрология. — 1937. — № 9. — С. 45–50.
9. Клімат України; за ред. В.М. Липінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченка. — К.: Вид-во Раєвського, 2003. — С. 332.
10. Медведев В.В. Конструирование культурного агроландшафта/В.В. Медведев, С.Ю. Булыгин//Земледелие. — 1989. — № 2. — С. 45–50.
11. Морозов Р.В. Стратегічне управління розвитком галузі рисівництва в Україні: монографія/Р.В. Морозов. — К.: ННЦ «Інститут аграрної економіки», 2012. — 294 с.
12. Ротмистров В.Г. Корневая система у однолетних культурных растений: с анализом грядковой культуры Демчинского. — Одесса, 1910. — 68 с.
13. Ротмистров В.Г. Сущность засухи по данным Одесского опытного поля. — Одесса: Тип. С.Н. Скарпато, 1911. — 66 с. — То же. — 2-е изд. — Одесса: Тип.-литогр. Скальского, 1913. — 66 с.
14. Чесняк Г.Я. Культурный почвообразовательный процесс в черноземах типичных Лесостепи: закономерности управления, прогноз/Г.Я. Чесняк//В.В. Докучаев и современное почвоведение. — Х., 1993. — С. 40–49.
15. Grant K.E. Soil erosion: a new problems and situations//Transaction on the 37-th North American wildlife and natural recourses confer. — Washington, 1972. — P. 415–421.
16. How to control wind erosion/N.P. Woodruff, L. Lunes, F.H. Siddoway, D.W. Friyear//USDA. Agric. Inform. — 1972. — № 354. — P. 1–24.
17. Micheleng R.O. Susceptibility of soil fo Wind Erosion in La Pampa Province, Argentina/R.O. Micheleng, C.B. Frurtia//Arid Research and Rehabilitation. — 2009. — V. 9. — P. 227–234.

Надійшла 25.12.2015.