

УДК 631.62

© 2023

ПЕРСПЕКТИВНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ КУЛЬТУРИ НА ОСУШУВАНИХ ТОРФОВИЩАХ ЛІСОСТЕПУ ТА ЇХ ВОДОСПОЖИВАННЯ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ

В.М. Віршовка¹, О.Г. Опанасенко², Ю.О. Довгорук³

^{1,2}кандидати сільськогосподарських наук

³кандидат історичних наук

Панфільська ДС ННЦ «Інститут землеробства НААН»

вул. Центральна, 2, с. Панфили Бориспільського р-ну Київської обл., 07750, Україна

e-mail: ¹volodimiv@ukr.net, ²sonko.supiy@ukr.net, ³dovgoruk_yura@ukr.net

ORCID: ¹0000-0001-8828-8309, ³0000-0001-6543-895X

Надійшла 23.12.2022

Мета. Визначити продуктивність енергетичних плантацій, дослідити параметри водоспоживання основних біоенергетичних культур на осушуваних органомених ґрунтах Лісостепу України в сучасних умовах зміни клімату. **Методи.** Експериментальні на основі лізиметричних досліджень і порівняльно-аналітичні методи, що проводилися на дослідних ділянках меліоративних систем, математичне моделювання та обробка експериментальних даних. **Результати.** Встановлено, що максимальне водоспоживання, 8,02 тис. м³/га, характерне для верби тритичинкової у серпні, і цей факт підтверджує значний осушувальний ефект деревних культур. Найменше водоспоживання в період активної вегетації зафіксовано у міскантуса гігантського — 2,53 тис. м³/га. Сумарне водоспоживання з травня по жовтень топінамбура становило 18,1 тис. м³/га, кукурудзи — 12, сорго — 10,8 тис. м³/га. Виявлено, що зниження рівня ґрунтових вод з 80 до 100 см мало вплинуло на водоспоживання топінамбура, верби та міскантуса. Різниця для цих культур не перевищує 1–3%. Однак водоспоживання кукурудзи зменшилось на 112 л/кг сухої речовини, або на 17%, а водоспоживання сорго — взагалі на 205 л/кг, або 30%. У разі створення масштабних біоенергетичних плантацій, площа яких вимірюється сотнями гектарів, потрібно проводити модернізацію та ремонт осушувально-зволожувальної системи. **Висновки.** Кліматичні зміни позитивно вплинули на продуктивність кукурудзи і сорго цукрового, вихід сухої біомаси яких у середньому за три роки збільшився на 0,8 та 3,4 т/га відповідно, а негативно — на продуктивність верби, вона впала на 1,4 т/га; урожайність міскантуса та топінамбура суттєво не змінилась. Отже, вирощуючи великі плантації енергетичних культур, потрібно враховувати водний режим використовуваних земель: на полях з обмеженими водними ресурсами культивувати такі однорічні культури, як сорго й кукурудзу, на землях з достатнім зволоженням — міскантус, топінамбур, у перезволожених місцях — плантації верби.

Ключові слова: органогенні ґрунти, осушування, кліматичні зміни, енергетичні культури, водоспоживання.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202301-08>

Забезпечення водою населення, усіх галузей промисловості і сільського господарства завжди вважалось одним із найважливіших народногосподарських завдань [1].

Сучасні тенденції зміни клімату, їх вплив на водозабезпеченість меліорованих територій гумідної зони України і, як наслідок, зменшення річкового стоку, що є основним джерелом водних ресурсів, призводять до виникнення проблем, які потребують ретельного дослідження і, звичайно, розв'язання.

Україна належить до малозабезпечених водними ресурсами держав світу. На сьогодні обсяги водокористування в басейнах усіх її річок практично досягли верхньої межі, тому існує дисбаланс між потребами у водних ресурсах і можливостями їх задоволення, причому як за кількістю, так і за якістю води.

До згаданих проблем слід додати загальну зношеність елементів інженерної інфраструктури меліоративних систем через їх довготривалу експлуатацію — вона становить понад 63% (зношеність міжгосподарської інженерної інфраструктури — до 62%, внутрішньогосподарської — до 65%.) Водний режим майже на 50% площ осушуваних земель не регулюється і не відповідає агротехнічним вимогам як сільськогосподарських, так і більшості енергетичних культур, що вирощуються.

Слід ураховувати і той факт, що впродовж 20 років у гумідній зоні все частіше спостерігається змішаний тип погоди, коли протягом одного вегетаційного періоду відбуваються тривалі похолодання навесні, настають аномальні погодні явища з екстремально високими температурами повітря влітку, а їм на зміну приходять зливи з надмірною кількістю опадів. Зміна клімату в Україні відбувається приблизно за таким самим сценарієм, як і на планеті: середньорічна приземна температура на території всієї держави підвищилася приблизно на 0,6°C, а у північних і північно-східних її регіонах — на 1°C; одночасно

амплітуда сезонного ходу температури повітря знизилася на 0,4°C. Річна сума опадів у північно-західних районах зменшилася на 10–15% [2].

Однією з небагатьох позитивних кліматичних змін є те [3, 4], що теплий період року стає довшим, а це означає, що тривалість процесів фотосинтезу зростає завдяки відносно теплій пізній осені, м'якій зимі та ранній весні. Тобто період активного використання потоку сонячної енергії культурними рослинами для потреб фотосинтезу, коли температура повітря становить 18–27°C, істотно подовжується.

З огляду на такі природні зміни, підбір культур та технологій створення енергетичних плантацій для виробництва біопалива на осушуваних торфовищах потрібно здійснювати з урахуванням їхнього водоспоживання та впливу плантацій на водний режим заплави, а також наявного об'єму акумульованих водних ресурсів.

Мета досліджень — визначити продуктивність енергетичних плантацій в сучасних умовах зміни клімату, дослідити параметри водоспоживання основних біоенергетичних культур на осушуваних органогенних ґрунтах Лісостепу України.

Матеріали та методи досліджень. Роботи здійснювалися впродовж 2019–2021 рр. у заплаві р. Супій на ділянці № 3 меліоративної системи Панфільської ДС ННЦ «ІЗ НААН».

Для їх проведення використовували 16 водобалансових лізиметрів, виготовлених із листового заліза. Висота лізиметра становить 1,8–2,0 м, діаметр — 1 м, площа поперечного перерізу — 0,785 м². Лізиметри мають по дві бокові «кишені», одна з яких з'єднана з внутрішньою порожниною, а інша з прилеглою до лізиметра ділянкою. Лізиметри розміщені на глибокому староорному і вже добре розкладеному карбонатному торфовищі. Для встановлення впливу водного режиму на продуктивність та водоспоживання досліджуваних культур підтримували два рівні ґрунтової

води — 80 і 100 см. Так забезпечується моделювання впливу зміни водності території під дією кліматичних умов на параметри водоспоживання окремих культур та їхню продуктивність. У лізиметр закладено моноліт (у непорушеному стані) торфової товщі, а саме торф карбонатний рогово-осокового походження з високим ступенем розкладення (52–53%). Його агрофізичні властивості: щільність складення — 0,275 г/см³, повна вологоємність — 265–280%, зольність — 40–45%, рН водне — 7,1–7,5, уміст загального азоту — 2,5–2,8%, фосфору — 0,5–0,7, калію — 0,06–0,1%.

Перед посадкою (посівом), а також під час весняного відродження у лізиметрах устанавлюються однакові рівні води (70 см від поверхні), далі для перевірки їх роботи впродовж 5 днів здійснюється щоденний замір і коригування рівня. У разі отримання однакових даних (після відливання чи доливання води) щодо випаровування в лізиметрах встановлюється заданий рівень води — 80 та 100 см. У такий спосіб пропонується моделювати насамперед кліматичні зміни, наслідком яких є зміна рівнів ґрунтових вод.

Умови росту рослин в лізиметрах і на прилеглих до них ділянках мають бути однаковими в усіх відношеннях — площі живлення, освітлення, удобрення та агротехніки.

Роботи та дослідження, що були виконані, перелічені далі.

1. Щоденно заміряли рівні води і за необхідності воду відливали або, навпаки, доливали в лізиметри мірним циліндром, про що вносили відповідні записи в журнал.

2. Відбирали зразки пошарово взятого з прилеглої ділянки ґрунту і визначали його вологість, після чого повертали ґрунт на місце у тій же послідовності.

3. Визначали вологість та щільність складення ґрунту: щільність — методом його взяття циліндром у непорушеному стані, а вологість — термостатно-ваговим методом.

4. Облік урожаю проводили ваговим методом, перераховуючи на 1 га з усієї площі. Раз у 10 днів визначали висоту рослин, діаметр їхніх стебел тощо.

Запрограмовані рівні води в лізиметрах устанавлювали щоденно. Об'єм долитої

або відливої води заміряли мірною посудиною і переводили в міліметри на 1 га (мм/га) і у метри кубічні на 1 га (м³/га).

Спираючись на попередні результати вивчення різних енергетичних культур, що проводилося на Панфільській дослідній станції, для визначення водоспоживання в цих умовах було запропоновано використати сорго цукрове, кукурудзу, топінамбур, вербу тритичинкову, міскантус гігантський.

Верба тритичинкова, білоліз (*Salix triandra* L.), сорт Панфільська. Цей сорт виведено з місцевого клону верби тритичинкової, відбраної в заплаві р. Супій. Його характерними рисами є пристосованість до умов саме карбонатних торфовищ, добра приживлюваність та інтенсивний ріст. Білоліз доцільно висаджувати на ділянках з високим рівнем ґрунтових вод, оскільки він відзначається високим водоспоживанням.

Середній приріст маси верби — 1,5–2 м на рік [5]. Збір урожаю здійснюється кожні 2–3 роки. З однієї посадки урожай збирають 7–8 разів, після чого можна проводити рекультивацию землі під посадку інших культур або закладати нову плантацію верби. Вимогливість до ґрунтів: це мають бути ґрунти середньої якості з великою вологістю. Верба потребує значно меншого удобрення порівняно з іншими енергетичними культурами. Період збору її урожаю — з листопада по лютий, коли опадає листя. Застосовують її як джерело твердого біопалива.

Міскантус гігантський (*Miscantus giganteus*) — багаторічна трава, що належить до роду рослин родини Тонконогові. Швидкоростуча енергетична культура з високим умістом целюлози, що вважається однією з найперспективніших енергетичних рослин європейської кліматичної зони, оскільки не дуже вибаглива до типу ґрунту, вмісту вологи і температури, може давати врожай на одному місці протягом 30 і більше років, а її продуктивність сягає 25–30 т сухої маси на 1 га [6]. Важливе значення для промислового вирощування має також те, що міскантус відзначається високим умістом сухої речовини і наприкінці вегетації мало втрачає масу та зберігає високу стійкість до вилягання.

Але оскільки міскантус гігантський є триплоїдним гібридом і має стерильний пилок,

він не утворює насіння і розмножується виключно вегетативно — поділом кореневищ (ризомів). Тому підготовка садивного матеріалу та процес висаджування становлять важливу складову технологічних витрат на закладання плантації [7, 8]. Міскантус можна використовувати для виробництва як твердого біопалива, так і біогазу.

Сорго звичайне, або цукрове (*Sorghum bicolor*). Має потужну кореневу систему, що проникає на глибину 2–2,5 м. Стебло прямостояче, заввишки від 0,5 (карликові форми) до 7 м (тропічні форми). Рослини зернового сорго можуть мати кілька стебел. Урожайність зеленої маси стебел сорго у середньому становить 50–80 т/га. Позитивною біологічною властивістю сорго є здатність давати стабільно високі врожаї за високих температур і мінімальних запасів вологи у ґрунті. Сорго вирізняється легкою пристосованістю до ґрунтових і кліматичних умов, воно теплолюбне, посухостійке, добре переносить підвищену концентрацію солей. Культуру можна використовувати як сировину для виробництва біогазу та біоетанолу [9, 10].

Топінамбур (*Helianthus tuberosus* L.) — це одна з провідних біоенергетичних культур. Середній вихід спирту з 1 ц бульб топінambuра становить 8–9 л, тобто такий самий, як з картоплі. Однак за вищої його врожайності і значно менших виробничих витрат собівартість спирту з топінambuра є набагато нижчою, ніж із картоплі або зерна. Навіть у разі досить високого врожаю зернових культур (50 ц/га) можна отримати не більше 1100 л/га спирту, а у разі порівняно невисокого врожаю бульб топінambuра (300 ц/га) — понад 2500 л/га спирту. Для виробництва біоетанолу придатні не лише бульби, а й надземна частина, вихід спирту з якої становить не менше 5%. За врожайності 30 т/га бульб і 40 т/га стебел вихід біоетанолу перевищує 4,5 т/га. Потенційна врожайність біомаси топінambuра сягає 200 т/га стебел і 120 т/га бульб, проте реальна середня врожайність не більша за 20–30 т/га бульб [11, 12].

Кукурудза (*Zea mays* L.). Добре знана зернова та силосна культура. Останніми роками її широко використовують як відновлювальне джерело енергії для виробництва

біоетанолу (з 1 т зерна можна отримати 410 л спирту). Наявність ремонтантних форм кукурудзи дає змогу листостеблову масу цієї культури ефективно використовувати для переробки (ферментації) на біогаз у спеціальних установках. Кукурудза — найефективніша, щоправда, недооцінена, енергетична культура. У Німеччині лише для біогазових комплексів вирощують близько 900 тис. га кукурудзи, що приблизно відповідає її загальній кількості, що культивувалася наприкінці 80-х років минулого століття.

Стебло кукурудзи досягає максимальної висоти напередодні жнив, забезпечуючи найвищий вихід біомаси з гектара. Додатковими перевагами цієї культури є її невибагливість до вологи, незначна потреба у засобах захисту і виділення чималих об'ємів біогазу під час анаеробного зброджування [13].

Отже, досліджувані енергетичні культури мають різні вимоги як до типу ґрунту, так і до його водозабезпечення.

Результати досліджень та їх обговорення. Аналіз отриманих даних розпочнемо з характеристики погодних умов (табл. 1; рис. 1). Щороку впродовж усього періоду проведення досліджувальних робіт у квітні утримувалася тепла погода, температура повітря була на 1,3°C (2019 р.), 2°C (2020 р.) та на 0,8°C (2021 р.) вищою за середній показник, характерний для цієї пори року. Опадів за два перші роки випало на 3–4 мм менше від норми, а за третій, навпаки, на 4 мм більше. В нічні години спостерігалися заморозки на поверхні ґрунту на висоті 2 см. Загалом малосніжна зима 2018–2019 р. та безсніжна 2019–2020 р. мало сприяли накопиченню ґрунтової вологи, і це негативно відбилося на рості та розвитку як сільськогосподарських, так і енергетичних культур.

У травні 2019 р. спостерігалося значне підвищення температури повітря (на 5,8°C більше від до норми), у 2020 р. цей місяць був на 2,4°C, а у 2021 р. — на 0,9°C холоднішим, ніж зазвичай раніше. Опадів у ці два роки випало більше у 1,8 та 2,4 рази відповідно. Переважно дощі мали грозовий характер, випадали нерівномірно.

Перша декада червня відзначалася теплою і дощовою погодою. Середня

1. Випадання атмосферних опадів у 2019–2021 рр.

Місяць	Опади, мм			
	Середня місячна норма	Роки		
		2019	2020	2021
Січень	23	12	17	58
Лютий	21	16	58	42
Березень	22	17	13	22
Квітень	45	41	42	49
Травень	40	73	98	89
Червень	66	37	75	84
Липень	75	27	27	51
Серпень	53	17	15	43
Вересень	40	23	9	30
Жовтень	35	24	27	33
Листопад	37	25	45	37
Грудень	15	7	13	17
Усього	472	319	439	555

температура на 4,5°C перевищувала багаторічні показники. Опадів випало 27,1 мм, що становить 129% декадної норми. Впродовж II

та III декад погода була сухою і спекотною. Середня температура повітря на 6,7°C перевищувала багаторічні показники і становила 24,4°C. У II декаді опади не випали. Запаси вологи в орному шарі ґрунту відмічались на рівні 5–9 мм. Неодноразово впродовж місяця поверхня ґрунту прогрівалася до 60°C. У денні години в рослинах порушувався тургор.

Упродовж липня спостерігалась погода, за температурним режимом близька до норми. Опадів випало 26% від норми як у 2019, так і в 2020 р., а в 2021 р. — 68%. Максимальна температура повітря дорівнювала приблизно 33,7°C. Неодноразово впродовж місяця поверхня ґрунту прогрівалася до 65°C.

У серпні утримувалася суха і спекотна погода. Середня температура повітря у 2019 р. була на 1,4°C вища за багаторічні показники. Максимальна температура повітря становила 35,7°C. Опади у кількості 16,6 мм випали лише в I декаді. Неодноразово впродовж декади поверхня ґрунту прогрівалася до 56°C. Погодні умови були несприятливі для росту і розвитку всіх сільськогосподарських та енергетичних культур.

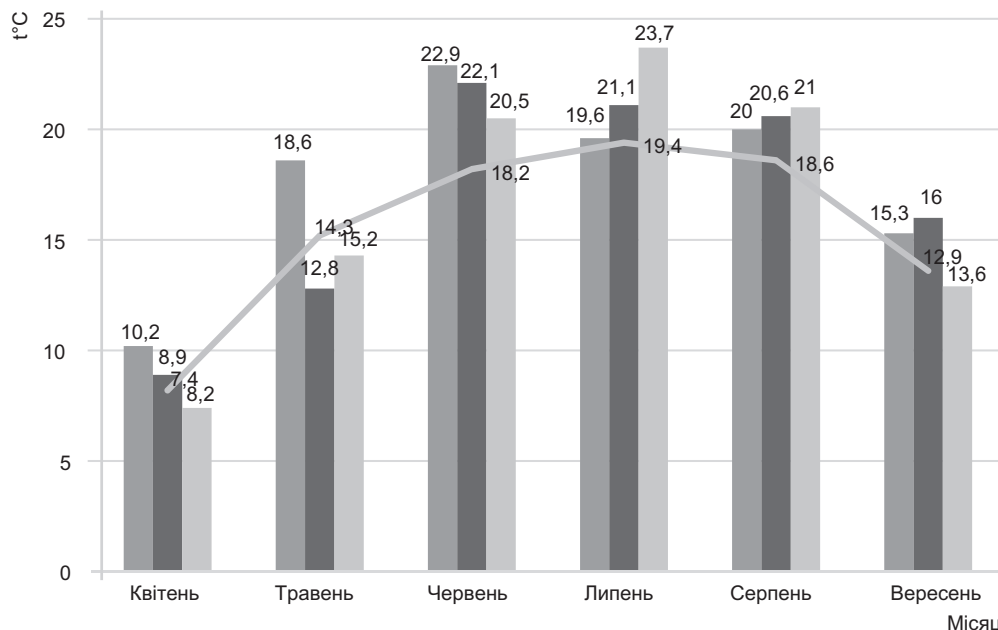


Рис. 1. Динаміка зміни температурного режиму у 2019–2021 рр. та середньостатистична температура, °C: ■ — 2019; ■ — 2020; ■ — 2021; — t, серед.

У вересні погода також була сухою і спекотною. Середня температура повітря на 1,7–2,0°C перевищувала нормативний показник. Опадів випало майже утричі менше, ніж зазвичай. Запаси вологи в орному шарі ґрунту наближалися до критичної межі. Неодноразово поверхня ґрунту прогрівалася до 58°C.

Отже, погодні умови періоду вегетації у 2019–2021 рр. були складними для вирощування як сільськогосподарських, так і енергетичних культур, чинили істотний вплив на продуктивність та водоспоживання.

Згідно з результатами досліджень, урожайність кукурудзи у 2019 р. зросла на 0,7 т/га сухої речовини, а у 2020–2021 рр. — на 0,8 т/га за зниження рівня ґрунтових вод від 80 до 100 см. У сорго цукрового як у менш вологолюбної культури в зазначені роки вихід сухої речовини в аналогічних умовах збільшився на 3,8; 3,3 та 3,3 т/га відповідно. Продуктивність верби, навпаки, зменшилася на 0,8–2,3 т/га. Зміна рівня ґрунтових вод на продуктивності топінамбура та міскантуса позначилася неістотно. Загалом продуктивність не надто варіювалася в усіх досліджуваних культурах, за винятком верби — у неї вона підвищилася на 3,5–4,5 т/га, що пов'язано з особливістю росту та розвитку деревних енергетичних культур.

2. Продуктивність енергетичних культур залежно від рівня ґрунтових вод, т/га у сухій речовині

Культура	Рівень ґрунтових вод	Рік		
		2019	2020	2021
Топінамбур	80	26,7	27,0	27,2
	100	26,5	26,7	26,8
Кукурудза	80	18,5	18,3	18,5
	100	19,2	19,1	19,3
Сорго	80	16,0	16,8	16,9
	100	19,8	20,1	20,2
Верба	80	16,1	20,1	21,3
	100	15,3	19,1	19,0
Міскантус	80	18,4	19,5	20,4
	100	18,0	19,0	19,6
НІР ₀₅ за рівнями ґрунтових вод		0,6	0,7	0,7
НІР ₀₅ за культурами		3,0		

Як видно з табл. 2, кліматичні зміни позитивно вплинули на продуктивність кукурудзи та сорго, негативно — на продуктивність верби. Урожайність міскантуса та топінамбура змінилася неістотно.

Також визначили сумарне водоспоживання енергетичних культур та динаміку його зміни на осушуваних торфових ґрунтах Лісостепу України.

У 2019 р. максимальне водоспоживання було відмічене в серпні у верби тритичинкової — 8,02 тис. м³/га, що підтверджує значний осушувальний ефект деревних культур. Найменше водоспоживання в період активної вегетації фіксувалось у міскантуса гігантського — 2,53 тис. м³/га. Сумарне водоспоживання топінамбура з травня по жовтень становило 18,1 тис. м³/га, кукурудзи — 12,0, сорго — 10,8 тис. м³/га.

Наступного 2020 р. в усіх варіантах досліді відмічалось збільшення водоспоживання порівняно з попереднім 2019 р. Це пояснюється посиленням опадів у першу половину фази вегетації (травень — червень). Також важливо зазначити, що багаторічні культури, а саме топінамбур, міскантус, верба у попередній період накопичили певну кількість підземної і надземної живої фітомаси, яка на початку вегетації потребує вологи.

Найбільший приріст у сумарному водоспоживанні за 2020 р. порівняно з 2019 р. відмічено у верби — 20 та 31% за рівня ґрунтових вод 80 та 100 см відповідно. Найменше водоспоживання характерне для сорго цукрового — близько 0,5 тис. м³/га. Схожу тенденцію щодо водоспоживання спостерігали й у 2021 р.

За результатами проведених досліджень встановлено коефіцієнти водоспоживання енергетичних культур, які вирощували у 2019–2021 рр. (рис. 2).

З'ясовано, що зниження рівня ґрунтових вод з 80 до 100 см мало вплинуло на водоспоживання топінамбура, верби та міскантуса. Різниця для цих культур не перевищує 1–3%. Водночас водоспоживання кукурудзи зменшилось на 112 л/кг сухої речовини, або на 17%, а сорго — на 205 л/кг, або 30%.

Слід зазначити, що р. Супій бере початок з болота біля с. Свидовець у Ніжинському

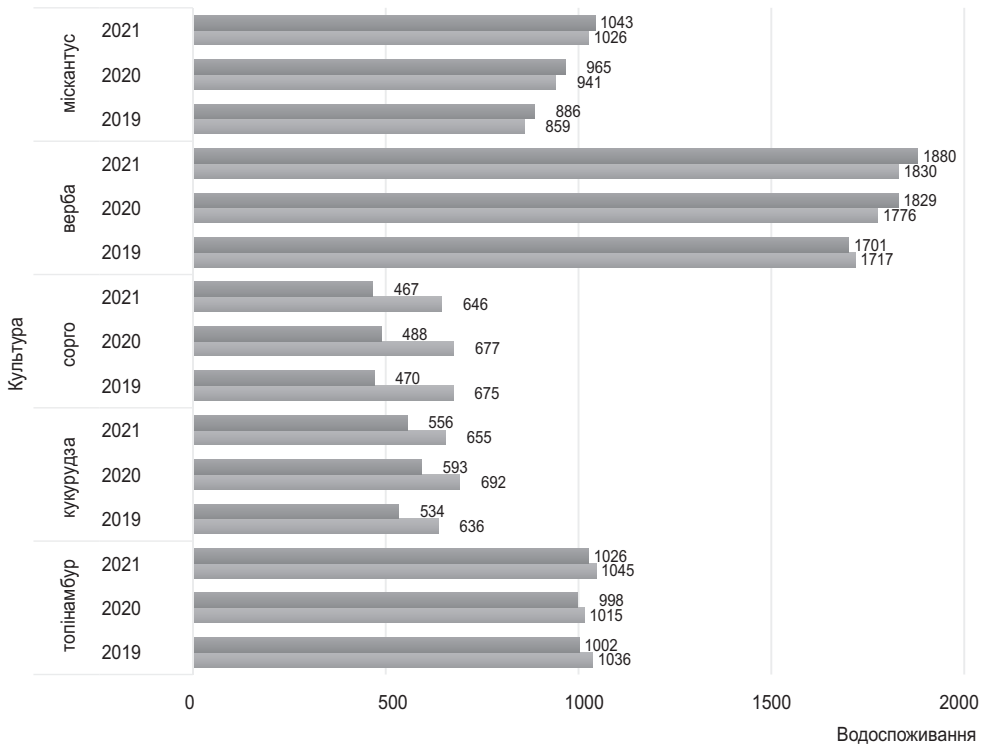


Рис. 2. Коефіцієнти водоспоживання енергетичних культур, л/кг у сухій речовині: ■ — 100 см; ■ — 80 см

рні Чернігівської обл. і тече Придніпровською низовиною. У межах Чернігівської обл. русло і заплавні землі на дві третини заболочені. У руслі створено акумулюючу водойму площею понад 3 га.

Осушені торфовища в басейні р. Супій розташовані в середній та нижній її течії. Водні ресурси верхів'я значною мірою акумулюються у водосховищах Великий Супій, Малий Супій та ін. Їх загальний об'єм сягає 48 млн м³ води. За оцінками, 9 млн м³ води можна використовувати для додаткового зволоження сільськогосподарських угідь.

Від межі Київської обл. і до водосховища Малий Супій № 2 русло р. Супій і його заплавні землі заболочені і входять до складу Усівського гідрологічного заказника — це територія обмеженого користування, на якій заборонено проводити розчистку русла, що ускладнює водозабезпечення водосховищ.

На час спостереження наповнення водосховища Малий Супій № 1 становило 73%, а водосховища Великий Супій — 52%. Заходи з оптимізації стоку дають можливість не тільки оптимізувати забезпечення території вологою, а й зменшити загрозу торфових пожеж.

Висновки

Територія дослідних ділянок має доступні поверхневі водні ресурси, але їх використання для зволоження у посушливі періоди можливе лише за умови проведення певних заходів щодо регулювання стоку. Результати досліджень засвідчили, що у

разі створення масштабних біоенергетичних плантацій, площа яких вимірюється сотнями гектарів, потрібно періодично здійснювати модернізацію та ремонт осушувально-зволожувальної системи. Кліматичні зміни позитивно вплинули на

продуктивність кукурудзи і сорго цукрового, вихід сухої біомаси яких у середньому за три роки збільшився на 0,8 та 3,4 т/га відповідно, а негативно — на продуктивність верби, вона впала на 1,4 т/га; урожайність міскантуса та топінамбура суттєво не змінилась. Таким чином, необхідно застосовувати диференційований підхід

до вибору енергетичної культури, враховувати водний режим окремих територій. На полях з обмеженими водними ресурсами рекомендується вирощувати такі однорічні культури, як сорго та кукурудза, на ділянках з достатнім зволоженням — міскантус, топінамбур, у перезволожених місцях — плантації верби.

Viryovka V.¹, Opanasenko O.², Dovhoruk Y.³

Prospective energy crops on the drained peatlands of the Forest Steppe and their water consumption under climate change conditions

Panfilska DS NSC "Institute of Agriculture of the National Academy of Sciences", 2 Tsentralna Str., p. Panfily, Boryspil district, Kyiv region, 07750, Ukraine; e-mail: ¹volodimiv@ukr.net, ²sonko.suپی@ukr.net, ³dovgoruk_yura@ukr.net; ORCID: 10000-0001-8828-8309, 20000-0003-0035-8291 30000-0001-6543-895X

Goal. To determine the productivity of energy plantations, to investigate the parameters of water consumption of the main bioenergy crops on the drained organogenic soils of the Forest Steppe of Ukraine in modern conditions of climate change. **Methods.** Experimental on the basis of lysimeter studies and comparative-analytical, carried out on experimental sites of reclamation systems, mathematical modeling and processing of experimental data. The results. It was found that the maximum water consumption characteristic of the tristem willow in August is 8.02 thousand m³/ha, and this fact confirms the significant drying effect of tree crops. The lowest water consumption during the period of active vegetation was recorded in giant miscanthus — 2.53 thousand m³/ha. The total water consumption of Jerusalem artichoke from May to October was 18,100 m³/ha, corn — 12,

sorghum — 10,800 m³/ha. It was found that lowering the groundwater level from 80 to 100 cm had little effect on the water consumption of Jerusalem artichoke, willow and miscanthus. The difference for these cultures does not exceed 1–3%. However, corn water consumption decreased by 112 L/kg dry matter, or 17%, and sorghum water consumption decreased by 205 L/kg, or 30% overall. In case of creation of large-scale bioenergy plantations, the area of which is measured in hundreds of hectares, it is necessary to modernize and repair the drying and humidification system. **Conclusions.** Climatic changes had a positive effect on the productivity of corn and sweet sorghum, the yield of dry biomass of which increased by 0.8 and 3.4 t/ha on average over three years, respectively, and negatively on the productivity of willow, it fell by 1.4 t/ha; the productivity of miscanthus and Jerusalem artichoke did not change significantly. Therefore, when growing large plantations of energy crops, it is necessary to take into account the water regime of the land used: in fields with limited water resources, grow such annual crops as sorghum and corn, on lands with sufficient moisture — miscanthus, Jerusalem artichoke, in overmoistened places — willow plantations.

Key words: organic soils, drainage, climate changes, energy crops, water consumption.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovysnyk202301-08>

Бібліографія

1. Природноресурсний потенціал сталого розвитку України. РВПС України, НАН України. Київ, 1999. 426 с.
2. Слюсар І.Т. Використання осушуваних земель гумідної зони в контексті глобальних змін клімату. *Збірник наук. праць ННЦ «Інститут землеробства УААН»*. Київ: ВД «ЕКМО», 2008. Спецвипуск. С. 42–49.
3. Сайко В.Ф. Землеробство в контексті змін клімату. *Збірник наук. праць ННЦ «Інститут землеробства УААН»*. Київ: ВД «ЕКМО», 2008. Спецвипуск. С. 3–14.
4. Іващенко О.О. Шляхи адаптації землеробства в умовах змін клімату. *Збірник наук. праць*

ННЦ «Інститут землеробства УААН». Київ: ВД «ЕКМО», 2008. Спецвипуск. С. 15–21.
5. Фучило Я.Д., Ониськів М.І., Сбитна М.В. Біологічні та технологічні основи плантаційного лісовирощування. Київ: ННЦ ІАЕ, 2006. 394 с.
6. Квас В.М. Оптимізація елементів технології вирощування міскантусу для виробництва біопалива в західній частині Лісостепу України: дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.09. Київ, 2014. 213 с.
7. Курило В., Ганженко О., Гументик М. та ін. Методичні рекомендації з технології вирощування і перероблення міскантусу гігантського. Київ: ТОВ «ЦП «КОМПРИНТ», 2016. 40 с.

8. McKervey Z., Woods V.B., Easson D.L. Miscanthus as an energy crop its potential for Northern Ireland [publication № 8]. Hillsborough: AFBI Hillsborough, 2008. 80 p.

9. Fachagentur nachwachsende rohstoffe e.v.: Basisdaten bioenergie deutschland (станом на серпень 2013 року).

10. Ганженко О.М., Зиков П.Ю. Вплив способів отримання соку зі стебел цукрового сорго на його вихід та якість. *Цукрові буряки*. 2014. № 5. С. 14–16.

11. Лопушняк В.І., Слобода П.М. Топінамбур як джерело одержання біопалива в Україні. Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків

Національної академії аграрних наук. Наукові праці. Архівовано 13 грудня 2013 р. у Wayback Machine. 2011. Вип. 12.

12. Дубковецький С.В., Лагуш Н.І., Борисяк В.С. Агроєкологічні аспекти використання топінамбура. Екологічні, технологічні та соціально-економічні аспекти ефективного використання матеріально-технічної бази АПК: Матеріали Міжнарод. наук.-практ. форуму, 17–18 верес. 2008 р. Львів: Львів. нац. агроуніверситет, 2008. С. 100–102.

13. Блюм Я.Б., Гелетуха Г.Г., Григорюк І.П. та ін. Новітні технології біоенергоконверсії. Київ: «Аграр Медіа Груп», 2010. 326 с.