

КАРТОГРАФУВАННЯ ВОДОСПОЖИВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В ПРАВОБЕРЕЖНІЙ ЧАСТИНІ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ

В.П. Миколайко

доктор сільськогосподарських наук, професор

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

(м. Умань, Україна)

e-mail: mikolaiko@i.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3701-804>

В.П. Кирилюк

кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Уманський національний університет садівництва (м. Умань, Україна)

e-mail: hidrotechnik@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2098-0520>

У статті розглянуті питання картографування і надання користувачам даних про водоспоживання пшениці озимої з імовірністю забезпечення 5%, 10%, 25%, 50%, 75%, 90%, 95% для адміністративного суб'єкта.

Сформульовано проблему, яка полягає в необхідності забезпечення аграріїв актуальними даними про водоспоживання пшениці озимої і зручним інструментарієм для їх аналізу. Вивчення водоспоживання посівами пшениці озимої проводили методом водного балансу. Статистична обробка даних із водоспоживання пшениці озимої проводилася методом порядкових статистик, на основі якого були побудовані емпіричні криві забезпеченості різної імовірності. На основі рівномірних значень водоспоживання складені і генералізовані картограми водоспоживання (мм) пшениці озимої з імовірністю 5%, 10%, 25%, 50%, 75%, 90%, 95% для правобережної частини Черкаської області.

Картограми водоспоживання пшениці озимої склалися способом ізоліній, які отримували інтерполяцією по точках опробування. У результаті інформація по окремих метеорологічних станціях апроксимувалася на всю досліджувану територію. Велика трудомісткість вимірювання і необхідність вивчення мінливості водоспоживання за часом і по площі привели до створення ряду методів визначення водоспоживання. Однак, на нашу думку, зручніше користуватися безпосередньо даними водоспоживання, приведеними нами для вегетаційних періодів з імовірністю забезпечення 5%, 10%, 25%, 50%, 75%, 90%, 95% і представленими вигляді картограм водоспоживання пшениці озимої. Інформація, отримана під час вивчення картограм, може бути використана для виявлення факторів, які впливають на водоспоживання пшениці озимої або для проведення відповідних диференційованих агротехнічних і меліоративних заходів, необхідних для досягнення запланованої врожайності.

Аграріїв повинно зацікавити точне землеробство, оскільки вони завжди зможуть оцінити ефективність різних рішень для визначення найбільш ефективного в конкретних умовах.

Ключові слова: *метод порядкових статистик, метод водного балансу агротехнічні і меліоративні заходи, картограми водоспоживання, спосіб ізоліній.*

ВСТУП

Найсильнішими регулюючими чинниками водоспоживання всіх сільськогосподарських культур є кліматичні умови зони вирощування і вологозабезпеченість рослин. У межах однієї ґрунтово-кліматичної зони цей показник визначається передусім погодними умовами в період вегетації та сильно варіює за роками. Особливо різкі зміни у водоспоживанні рослин відбулися в останні роки, що пов'язано з глобальними змінами клімату на планеті в бік потепління. Крім того, сумарне водоспоживання сільськогосподарських культур коливається в

значних межах і обумовлюється їх біологічними особливостями, умовами вологозабезпеченості рослин, рівнем агротехніки та іншими чинниками [1].

Високий рівень розвитку сучасної картографії призводить до постійного розширення сфери її діяльності. Продовжуючи удосконалювати всебічну методику та технічні засоби картографування, розробляючи нові типи карт, сучасна картографія починає ставити та вирішувати нові проблеми, яких раніше не було. Однією з таких проблем є розроблення сучасних методів використання карт у господарській практиці та наукових дослідженнях [2].

Картографування водоспоживання — це процес створення картограм водоспоживання сільськогосподарських культур.

Картографічний метод дослідження залишається незамінним у методиці вивчення водоспоживання посівами пшениці озимої. Оскільки дослідження в цьому напрямі постійно розвиваються, методика картографування постійно оновлюється й удосконалюється, а проблема не втрачає своєї актуальності.

Мета статті — створити картограми водоспоживання пшениці озимої з імовірністю забезпечення 5%, 10%, 25%, 50%, 75%, 90%, 95% для правобережної частини Черкаської області.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

У сучасних умовах, у зв'язку зі змінами і коливаннями властивостей кліматичної системи, важливе наукове і практичне значення мають дослідження, спрямовані на вивчення особливостей визначення водоспоживання сільськогосподарських культур [3].

Однак і досі ще немає систематизованих даних, які б дали змогу дати комплексну порівняльну характеристику умов формування водоспоживання за різних способів водорегулювання в неоднакові щодо зволоженості вегетації за репрезентивних умов [4].

У зв'язку з цим виникає необхідність отримання точної та своєчасної інформації про схематизацію періодів вегетації за розрахунковою вологозабезпеченістю формування водоспоживання сільськогосподарських культур під впливом кліматичних і меліоративних факторів для прийняття екстрених управлінських рішень, розробки та корекції способів оптимізації водоспоживання сільськогосподарських культур [5].

Тематичне картографування надало фахівцям, що працюють у цих областях, потужний аналітичний інструментарій, що включає в себе широкий спектр картографічних моделей, які виступають як проміжний або кінцевий результат дослідницької діяльності. Як відзначають деякі автори [6–9], картографічні методи дослідження мають ряд переваг перед іншими підходами до відображення та аналізу різних геосистем. Вони припускають використання картографічних моделей для наукового і практичного пізнання зображених на них явищ.

Завдяки застосуванню картографічного методу стає можливим: встановлення якісних і кількісних характеристик об'єктів, що картографуються, явищ і процесів; дослідження взаємозв'язків між ними; вивчення їх динаміки та еволюції в часі і просторі; встановлен-

ня тенденцій їх розвитку та прогнозування їх перспективних станів.

Інформація, отримана під час вивчення картограм, може бути використана для виявлення факторів, які впливають на водоспоживання пшениці озимої або для проведення відповідних диференційованих агротехнічних і меліоративних заходів, необхідних для досягнення запланованої врожайності. Аграріїв повинно зацікавити точне землеробство, оскільки вони завжди зможуть оцінити ефективність різних рішень для визначення найбільш ефективного у конкретних умовах.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Вивчення водоспоживання посівами пшениці озимої проводили методом водного балансу [10]. Враховуючи витрату ґрунтової вологи і кількість опадів, що випадають упродовж росту й розвитку рослин, вдається отримати інформацію про сумарне водоспоживання посівами, або евапотранспірацію. Ця величина дає найбільш повну картину стану водного режиму агроценозів пшениці озимої, оскільки є інтегральним показником інтенсивності перебігу двох процесів, що визначають витрату вологи посівами — транспірації рослинами і фізичного випаровування з поверхні ґрунту.

Сезонні значення водоспоживанням сільськогосподарських культур, що залежать від великої кількості факторів, можна вважати випадковими і малозалежними одне від одного. Чим більшу кількість спостережень ми маємо і чим довший ряд числових значень спостережуваного явища, тим точніше може бути визначена імовірність кожного значення цього явища.

Статистична обробка даних спостережень за водоспоживанням пшениці озимої найбільш складна і проблемна. У більшості випадків визначення водоспоживанням пшениці озимої проводиться тільки в періоди вегетації, які між собою часто не стикуються. Тому для обробки даних із водоспоживання пшениці озимої найбільш підходить метод порядкових статистик, на основі якого можуть бути побудовані емпіричні криві забезпеченості різної імовірності [11].

За допомогою емпіричної кривої можна визначити забезпеченість будь-якої величини змінної в межах її спостережених значень. У нашому випадку кількість дат визначення більше 30, то водоспоживання пшениці озимої розраховано з імовірністю 5%, 10%, 25%, 50%, 75%, 90%, 95% [12].

На основі рівноімовірних значень водоспоживання складені і генералізовані картограми водоспоживання (мм) пшениці озимої з імо-

вірністю 5%, 10%, 25%, 50%, 75%, 90%, 95% для правобережної частини Черкаської області.

Картограми водоспоживання пшениці озимої склалися способом ізоліній, які отримували інтерполяцією по точках опробування. У результаті інформація по окремих метеорологічних станціях апроксимувалася на всю досліджувану територію.

Спосіб ізоліній дає узагальнене зображення об'єкта. Це пов'язане з особливостями проведення ізоліній: їх положення визначають інтерполюванням між точками з відомими значеннями, припускаючи, що значення показника змінюється від точки до точки поступово і рівномірно, хоча в дійсності такої зміни не спостерігають.

Для більшої виразності зображення проміжки між ізолініями фарбують так, щоб насиченість обраного кольорового тону змінювалася зі зміною кількісного значення ізоліній. Цей спосіб оформлення ізоліній має назву способу пошарового фарбування. Він дає змогу отримувати кількісні значення для будь-яких точок, розташованих між ізолініями (за інтерполяцією значень показників між ними) [13; 14].

Для визначення кількісних значень показників тепло- і вологозабезпечення правобережної частини території Черкаської області за початкові дані взяті матеріали спостережень 7 метеорологічних станцій (Звенигородка, Жашків, Канів, Сміла, Умань, Черкаси, Чигирин), порівняно рівномірно розташованих на досліджуваній території [15].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ.

Волога з поля, зайнятого сільськогосподарською культурою, для забезпечення нормального росту і розвитку її витрачається на транспірацію та випаровування з поверхні ґрунту (і листків при дощуванні). На випаровування діють тільки фактори зовнішнього середовища, а транспірація зумовлюється впливом як зовнішніх умов, так і біологічних особливостей рослин.

Визначити окремо частку випаровування і транспірації при вегетації культури досить складно. На практиці ці дві величини визначають як одне ціле, що набагато спрощує розрахунки. Таку кількість води називають водоспоживанням або сумарним випаровуванням.

Часто водозабезпеченість району вирощування сільськогосподарських культур не забезпечує їх оптимального водоспоживання, що викликає необхідність штучного зволоження земель.

Для визначення об'єму води, яку необхідно подати на поле, слід встановити величину водоспоживання даної культури.

Велика трудомісткість вимірювання і необхідність вивчення мінливості водоспоживання за часом і по площі привели до створення ряду методів визначення водоспоживання. Ці методи визначення водоспоживання можна поділити на методи безпосереднього спостереження, за аналогами в умовах, близьких до проектних, і на розрахункові методи, основані на встановленні зв'язку водоспоживання з різними кліматичними умовами [16].

Однак, на нашу думку, зручніше користуватися безпосередньо даними водоспоживання, приведеними нами для вегетаційних періодів з імовірністю забезпечення 5%, 10%, 25%, 50%, 75%, 90%, 95% і представленими вигляді картограм водоспоживання пшениці озимої. Практичне значення картограм можна оцінити по семи ілюстрованих зразках (рис. 1–7).

Розраховані величини водоспоживання пшениці озимої за даними спостережень 1991–2020 рр. і побудовані за ними картограми розглядаються як гіпотетичні аналоги водоспоживання в роки різного зволоження. Складені картограми з імовірністю забезпечення 5%, 10%, 25%, 50%, 75%, 90%, 95% для адміністративного суб'єкта мають науково-практичне значення і можуть бути використані для виявлення факторів, які впливають на водоспоживання пшениці озимої або для проведення відповідних диференційованих агротехнічних і меліоративних заходів, необхідних для досягнення запланованої врожайності та рішення багатьох інших практичних завдань геоєкології та раціонального природокористування.

ВИСНОВКИ

Картограма водоспоживання є одним із найбільш доступних джерел отримання просторової інформації для точного землеробства. При її розробці необхідно усунути дані, які можуть викривляти реальні значення водоспоживання в конкретній частині області. Розрахунок показників різної забезпеченості водоспоживання та їх згладжування зазвичай роблять для подальшого роз'яснення даних.

Інформація, отримана під час вивчення картограм, може бути використана для виявлення факторів, які впливають на водоспоживання пшениці озимої або для проведення відповідних диференційованих агротехнічних і меліоративних заходів, необхідних для досягнення запланованої врожайності. Аграріїв повинно зацікавити точне землеробство, оскільки вони завжди зможуть оцінити ефективність різних рішень для визначення найбільш ефективного в конкретних умовах.

Картографування водоспоживання пшениці озимої в правобережній частині Черкаської області

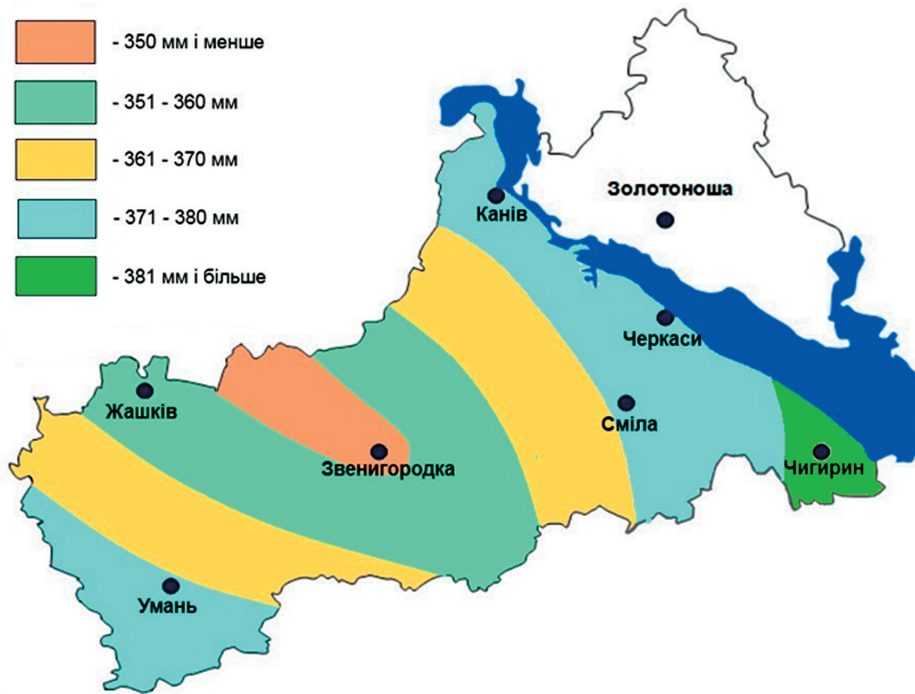


Рис. 1. Картограма водоспоживання (мм) пшениці озимої для дуже волого за вологозабезпеченням вегетаційного періоду (забезпеченість 5%)

Джерело: розроблено авторами.

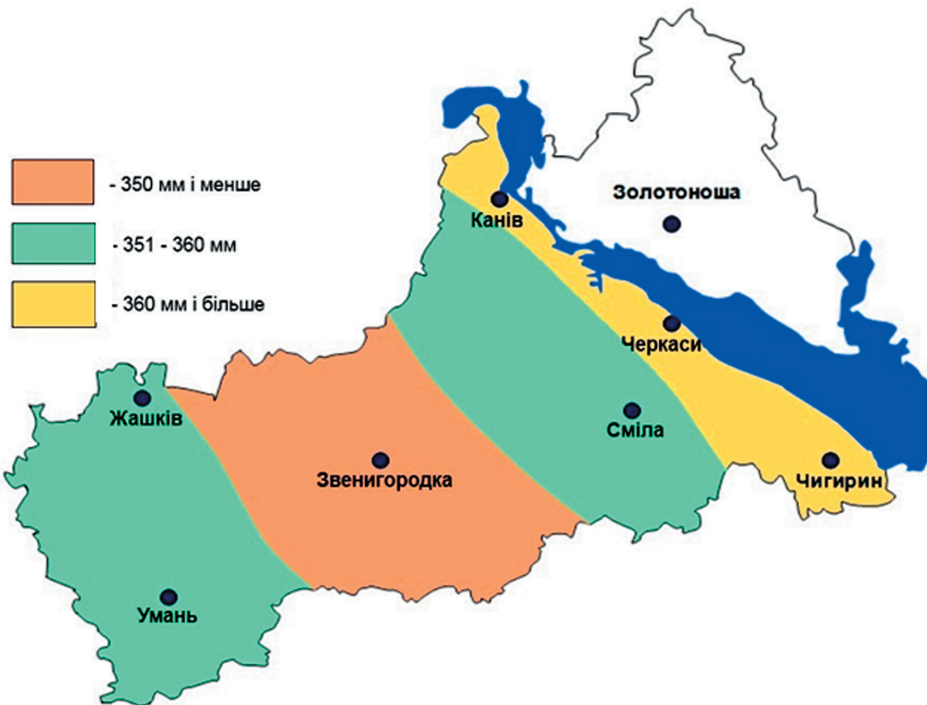


Рис. 2. Картограма водоспоживання (мм) пшениці озимої для волого за вологозабезпеченням вегетаційного періоду (забезпеченість 10%)

Джерело: розроблено авторами.

Картографування водоспоживання пшениці озимої в правобережній частині Черкаської області

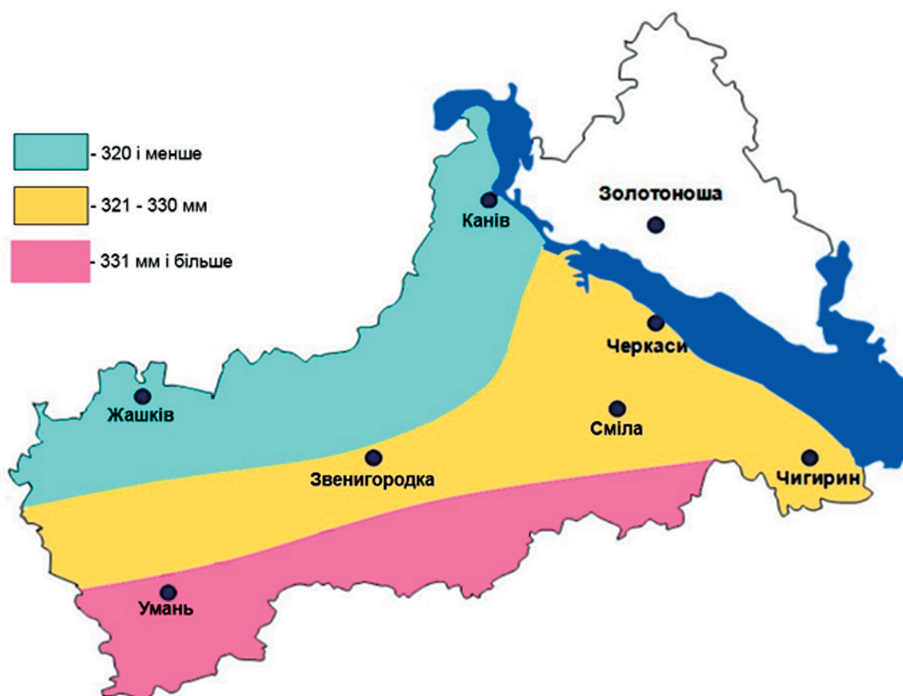


Рис. 3. Картограма водоспоживання (мм) пшениці озимої для середньовологого за вологозабезпеченням вегетаційного періоду (забезпеченість 25%)

Джерело: розроблено авторами.

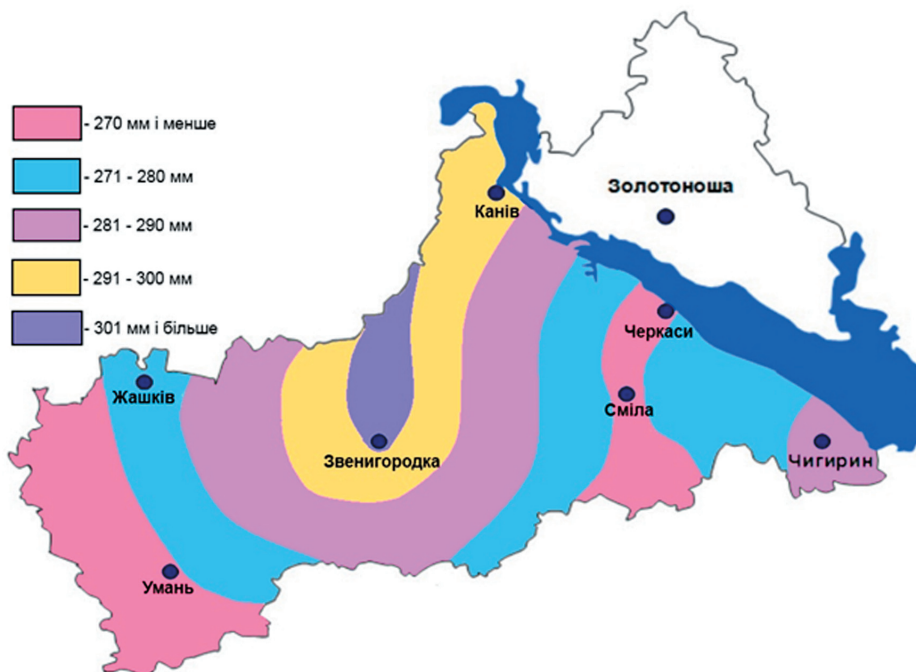


Рис. 4. Картограма водоспоживання (мм) пшениці озимої для середнього за вологозабезпеченням вегетаційного періоду (забезпеченість 50%)

Джерело: розроблено авторами.

Картографування водоспоживання пшениці озимої в правобережній частині Черкаської області

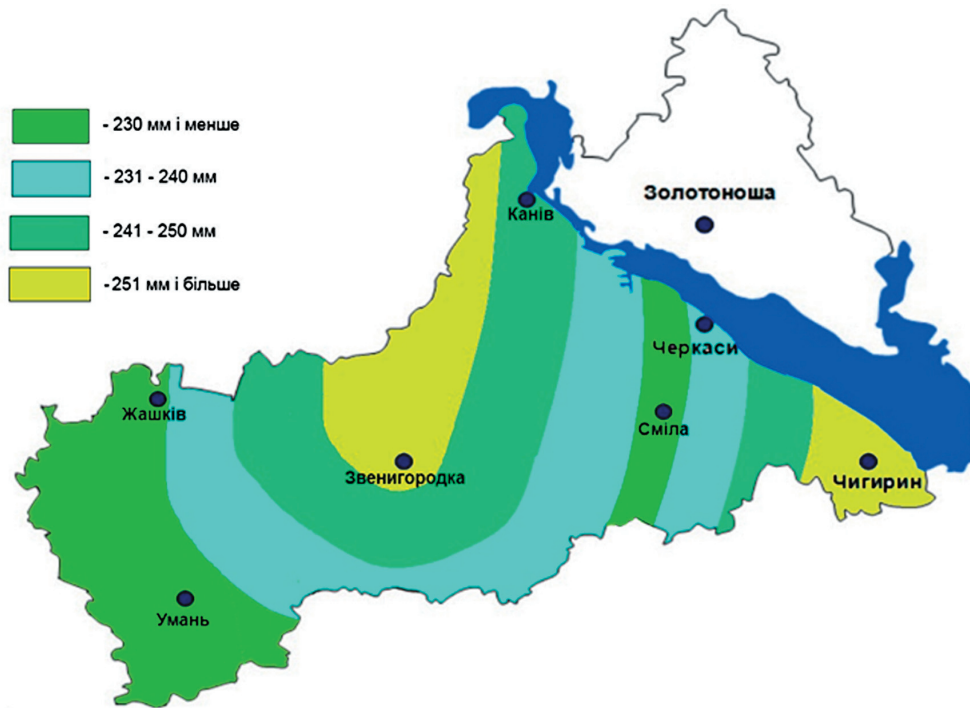


Рис. 5. Картограма водоспоживання (мм) пшениці озимої для середньопосушливого за вологозабезпеченням вегетаційного періоду (забезпеченість 75%)
Джерело: розроблено авторами.

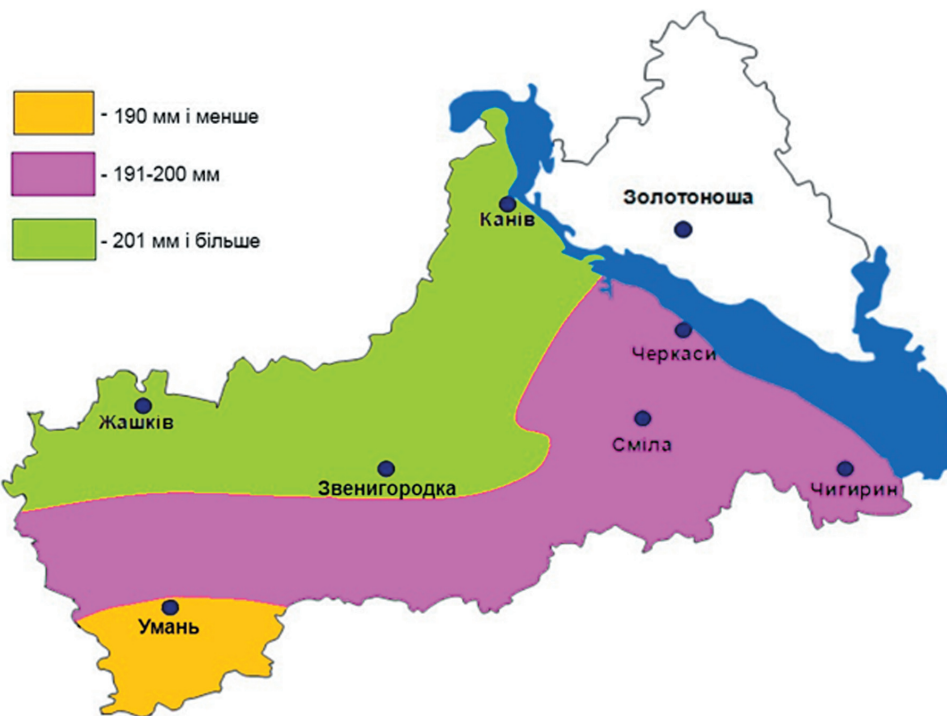


Рис. 6. Картограма водоспоживання (мм) пшениці озимої для посушливого за вологозабезпеченням вегетаційного періоду (забезпеченість 90%)
Джерело: розроблено авторами.

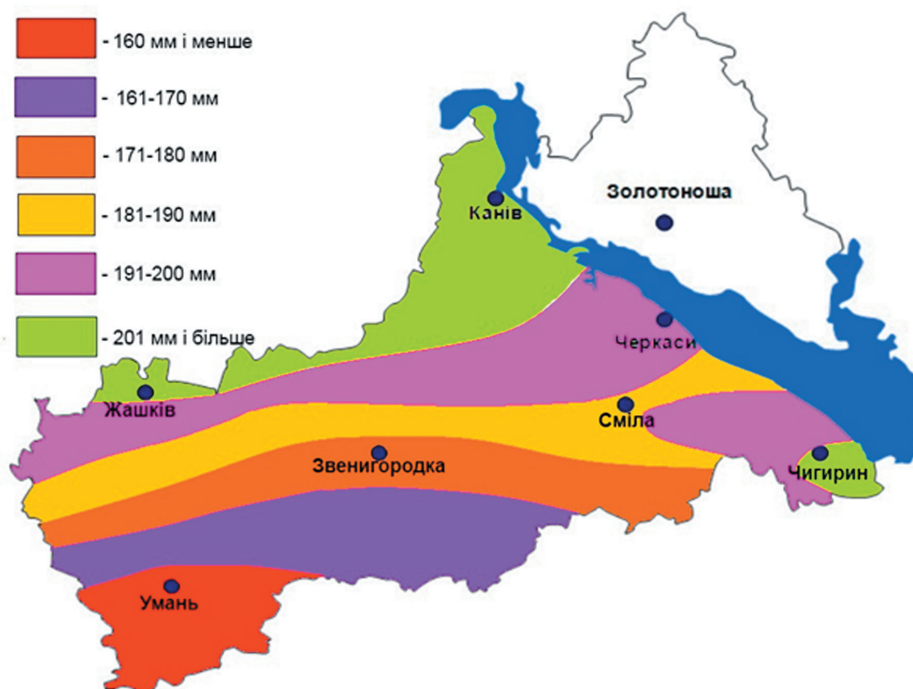


Рис. 7. Картограма водоспоживання (мм) пшениці озимої для дуже посушливого за вологозабезпеченням вегетаційного періоду (забезпеченість 95%)

Джерело: розроблено авторами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Польовий А.М., Божко Л.Ю., Барсукова О.А. Вплив змін клімату на агрокліматичні умови вегетаційного періоду основних сільськогосподарських культур. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2017. № 20. С. 61–70.
2. Дудун Т. В., Тітова С. В. Географічні карти та картографічний метод дослідження (2 том — Картографічний метод дослідження) / упоряд. С. В. Тітова. Київ, 2017. 150 с.
3. Круківська А.В. Агрокліматична оцінка умов вологозабезпечення основних зернових культур в Україні. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2008. №3. С. 109–116.
4. Жовтоног О.І., Салюк А.Ф., Деменкова Т.Ф., Філіпенко Л.А. Типізація територій за нормами водопотреби сільськогосподарських культур у зрошенні. *Водне господарство України*. 2000. № 3–4. С. 21–25.
5. Кирилюк В.П. До концепції наукових досліджень з нормування водокористування. *Природничі науки і освіта у вимірах ХХІ століття*: матеріали регіональної науково-практичної конференції, м. Умань, 14–15 квітня 2011 р. Умань: Видавничо-поліграфічний центр «Візаві», 2011. С. 22–25.
6. Николаева О.Н., Ромашова Л.А. Роль картографического метода исследования в экологическом мониторинге окружающей среды. *Гео-Сибирь-2009*. Материалы V Междунар. науч. конгресса (Новосибирск, 20–24 апреля 2009 г.). Новосибирск: Изд-во Сиб. геодез. академии, 2009. Т. 4, ч. 2. С. 69–72.
7. Николаева О.Н. Биогеографическое картографирование: современное состояние и область применения для сохранения и рационального использования природных ресурсов. *Вестн. СГГА*. 2010. Вып. 1 (12). С. 145–149.
8. Николаева О.Н. Использование картографических моделей природных ресурсов на различных этапах ведения рационального природопользования. *Вестн. СГГА*. 2015. № 3(31). С. 79–86.
9. Козаченко Т.І., Пархоменко Г.О., Молочко А.М. Картографічне моделювання: навч. посіб. / за ред. А.П.Золовського. Вінниця: Антекс-У ЛТД, 1999. 320 с.
10. Гушля А.В., Мезенцев В.С. Водно-балансовые исследования. Київ: Вища школа, 1982. 231 с.
11. Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении. Москва: Издательство МГУ, 1972. 292 с.
12. Кирилюк В.П. Застосування метода порядкових статистик для аналізу даних досліджень за водоспоживанням сільськогосподарських культур. *Сучасний рух науки: тези доп. XII міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, м. Дніпро, 1–2 квітня 2021 р. Дніпро, 2021. Т. 2. С. 36–37.*

13. Стурман В. И. Экологическое картографирование: учебное пособие. Москва: Аспект Пресс, 2003. 252 с.
14. Бармет А.П., Герасимов С.Г., Пшоняк О.В. Екологічне картографування та основи ГІС-технологій: навч. посіб. Житомир: Вид-во «Житомирський національний агроекологічний університет», 2010. 256 с.
15. Агрометеорологічний огляд за 1991–2020 рр. по Черкаській області. Черкаси: Черкаський обласний центр з гідрометеорології.
16. Гончаров С.М., Потоцький Г.С., Ковальов С.В., Коробченко С.М., Козішкурт М.Є. Сільськогосподарські меліорації: підручник / за ред.: Гончарова С.М., Потоцького Г.С. Київ: Вища школа, 1991. 398 с.

MAPPING OF CONSUMPTIVE WATER USE BY WINTER WHEAT IN THE RIGHT-BANK PART OF CHERKASY REGION

Mykolajko V.

Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Uman State Pedagogical University named Pavlo Tyczyna
(Uman, Ukraine)

e-mail: mikolaiko@i.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3701-804>

Kyrylyuk V.

Candidate of Agricultural Sciences
Uman National University of Horticulture
(Uman, Ukraine)

e-mail: hidrotechnik@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2098-0520>

The article considers the issues of mapping and providing users with data on consumptive water use of winter wheat with a probability of 5%, 10%, 25%, 50%, 75%, 90%, 95% for administrative subject. The problem, which is the need to provide farmers with relevant data on consumptive water use of winter wheat and tools for its analysis, is formulated. The study of consumptive water use of winter wheat was carried out by the method of water balance. Statistical processing of data of consumptive water use of winter wheat was carried out by the method of ordinal statistics on the basis of which empirical curves of security of various probability were constructed. On the basis of equally probable values of water consumption, maps of consumptive water use (mm) of winter wheat with probability of 5%, 10%, 25%, 50%, 75%, 90%, 95% for the right-bank part of Cherkasy region were compiled and generalized. Cartograms of consumptive water use of winter wheat were compiled by the method of isolines, which were obtained by interpolation at test points. As a result, information on individual meteorological stations was approximated to the entire study area. High complexity of measurement and the need to study the variability of consumptive water use over time and area have led to creation of a number of methods for determining consumptive water use. However, in our opinion, it is more convenient to use directly water consumption data provided by us for the growing seasons with a probability of 5%, 10%, 25%, 50%, 75%, 90%, 95% and presented in the form of cartograms winter wheat water consumption. The information obtained during the study of cartograms can be used to identify factors that affect consumptive water use of winter wheat or to carry out appropriate differentiated agronomic and reclamation measures necessary to achieve the planned yield. Farmers should be interested in precision farming, as they will always be able to evaluate the effectiveness of different solutions to determine the most effective one in specific conditions.

Keywords: method of ordinal statistics, method of water balance, agronomic and reclamation measures, cartograms of water consumption, method of isolines.

REFERENCES

1. Polovyi, A.M., Bozhko, L.Iu., Barsukova, O.A. (2017). Vplyv zmin klimatu na ahroklimatychni umovy vechetatsiinoho periodu osnovnykh silskohospodarskykh kultur [The impact of climate change on the agro-climatic conditions of the growing season of major crops]. *Ukrainskyi hidrometeorologichnyi zhurnal – Ukrainian Hydrometeorological Journal*, 20, 61–70 [in Ukrainian].
2. Dudun, T.V., Titova, S.V. (2017). Heohrafichni karty ta kartohrafichniy metod doslidzhennia (2 tom – Kartohrafichniy metod doslidzhennia) [Geographical maps and cartographic method of research (Vol. 2 – Cartographic method of research)]. Kyiv [in Ukrainian].
3. Krukivska, A.V. (2008). Ahroklimatychna otsinka umov volohozabezpechennia osnovnykh zernovykh kultur v Ukraini [Agroclimatic assessment of moisture supply conditions of the main grain crops in Ukraine]. *Ukrainskyi hidrometeorologichnyi zhurnal – Ukrainian Hydrometeorological Journal*, 3, 109–116 [in Ukrainian].
4. Zhovtonoh, O.I., Saliuk, A.F., Demenkova, T.F. & Filipenko, L.A. (2000). Typizatsiia terytorii za normamy vodopotreby silskohospodarskykh kultur u zroshenni [Typification of territories according to the norms

- of water consumption of agricultural crops in irrigation]. *Vodne gospodarstvo Ukrainy — Water management of Ukraine*, 3–4, 21–25 [in Ukrainian].
5. Kyryliuk, V.P. (2011). Do kontseptsii naukovykh doslidzhen z normuvannya vodokorystuvannya [To the concept of scientific research on water use rationing]. *Natural sciences and education in the dimensions of the XXI century '11: materialy rehionalnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (Uman, 14–15 kvitnia 2011 r. — Proceedings of the regional scientific and practical conference. (pp. 22–25). Uman: Vizavi [in Ukrainian].*
 6. Nikolaeva, O.N., Romashova, L.A. (2009). Rol kartograficheskogo metoda issledovaniya v ekologicheskoy monitoringe okruzhayushchey sredy. Geo-Sibir-2009 [The role of the cartographic method of research in ecological monitoring of the environment]. *Geo-Sybyr-2009: materialy V Mezhdunar. nauch. kongressa (Novosibirsk, 20–24 aprelya 2009 g.). — Proceedings of the V int. scientific. congress. Vol. 4, part 2. (pp. 69–72). Novosibirsk: Siberian Academy of Geodesy [in Russian].*
 7. Nikolaeva, O.N. (2010). Biogeograficheskoe kartografirovaniye: sovremennoye sostoyaniye i oblast primeneniya dlya sokhraneniya i ratsionalnogo ispolzovaniya prirodnykh resursov [Biogeographic mapping: current state and field of application for the conservation and rational use of natural resources]. *Vestnik SGGa — Bulletin SGGa*, 1 (12), 145–149 [in Russian].
 8. Nikolaeva, O. N. (2015). Ispolzovaniye kartograficheskikh modeley prirodnykh resursov na razlichnykh etapakh vedeniya ratsionalnogo prirodopolzovaniya [The use of cartographic models of natural resources at various stages of environmental management]. *Vestnik SGGa — Bulletin SGGa*, 3 (31), 79–86 [in Russian].
 9. Kozachenko, T.I., Parkhomenko, H.O., Molochko, A.M. & Zolovskyi, A.P. (Ed.). (1999). *Kartografichne modelivanniya: navch. posib [Cartographic modeling: textbook]. Vinnytsia: Anteks-U LTD [in Ukrainian].*
 10. Hushlia, A.V., Mezentsev, V.S. (1982). *Vodno-balansove issledovaniya [Water balance research]. Kyiv: Vyshcha shkola [in Ukrainian].*
 11. Dmitriev, Ye.A. (1972). *Matematicheskaya statistika v pochvovedenii [Mathematical statistics in soil science]. Moskva: MGU [in Russian].*
 12. Kyryliuk, V.P. (2021). Zastosuvanniya metoda poriadkovykh statystyk dlia analizu danykh doslidzhen za vodospozhyvanniam silskohospodarskykh kultur [Application of the method of ordinal statistics for the analysis of research data on crop water consumption]. *The modern movement of science '21: tezy dopovidei XII mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii (Dnipro, 1–2 kvitnia 2021 r. — abstracts of reports of the XII international scientific-practical Internet conference, vol. 2, (pp. 36–37) [in Ukrainian].*
 13. Sturman, V. I. (2003). *Ekologicheskoe kartografirovaniye: uchebnoye posobie [Ecological mapping: tutorial]. Moskva: Aspekt press [in Russian].*
 14. Bahmet, A.P., Herasymov, S.H., Pshoniak, O.V. (2010). *Ekologichne kartografuvanniya ta osnovy HIS-tekhnologii [Ecological mapping and basics of GIS technologies]. Zhytomyr: Zhytomyrskyi natsionalnyi ahroekologichnyi universytet [in Ukrainian].*
 15. *Ahrometeorologichnyi ohliad za 1991–2020 rr. po Cherkaskii oblasti — Agrometeorological survey for 1991–2020 in Cherkasy region. Cherkasy: Cherkaskyi oblasnyi tsestr z hidrometeorologii [in Ukrainian].*
 16. Honcharov, S.M., Pototskyi, H.S., & Kovalov, S.V., Korobchenko S.M., Kozishkurt M.Ie. (1991). *Silskohospodarski melioratsii [Agricultural reclamation]. Kyiv: Vyshcha shkola [in Ukrainian].*

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Миколайко Валерій Павлович, доктор сільськогосподарських наук, професор, Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини (вул. Садова, 2, м. Умань, Україна, 20300; e-mail: mikolaiko@i.ua; тел.: +380 97 871 8590; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3701-804>)

Кирилюк Володимир Петрович, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Уманський національний університет садівництва (вул. Інститутська, 1, м. Умань, Україна, 20300; e-mail: hidrotechnik@ukr.net; тел.: +380 67 607 9680; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2098-0520>)