

РЕЖИМ ЗВОЛОЖЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

У статті розглядаються питання режиму зволоження сільськогосподарських культур у період вегетації. Проаналізовані режим зволоження, вплив погодно-кліматичних умов на водний режим сільськогосподарських полів, наведені приклади розрахунків поливних режимів сільськогосподарських культур з урахуванням гідрометеорологічних факторів.

Ключові слова: мікрокліматологія, зрошення, сільське господарство, меліорація, норма поливу, поливний режим.

N. Gvozdz', Yu. Kobchenko

REGIME OF MOISTENING AGRICULTURAL CROPS

In the article the questions are considered the regime of moistening the agricultural crops in the vegetative period. It is getting the regime of moistening, influence weather-climatology condition at the water regime of the agricultural fields, give en examples of the calculations irrigation regimes of the agricultural crops taking into consideration of the hydro-meteorology factors.

Keywords: microclimatology, irrigation, agriculture, melioration, watering norm, irrigation regime.

Постановка проблеми. Сільське господарство є галуззю народного господарства, результати діяльності якої значною мірою залежать від погодніх і кліматичних умов. Їх фактори у різних співвідношеннях є природною основою сільськогосподарського виробництва. У накопиченні біомаси і формуванні врожаю сільськогосподарських культур беруть активну участь усі фактори життєдіяльності системи «грунт – рослина – повітря» і, зокрема, гідрометеорологічні показники. При розв'язанні цих питань необхідно мати об'єктивну оцінку впливу різних факторів на рівень сільськогосподарського виробництва. Це дозволить ґрунтовніше визначити вклад різних показників агрометеорологічних умов в оцінку рівнів урожайності сільськогосподарських культур.

Вихідні передумови. Оптимальна вегетація і формування урожаїв сільськогосподарських культур залежать від фізіологічних ознак культур, погодно-кліматичних умов і вологості ґрунту. Між цими показниками існує тісна залежність, яка і покладена в основу визначення стану водного режиму рослин. Численні дослідження в нашій країні (М.І. Щербань, О.Р. Константінов, А.М. Алпатьєв, І.О. Шаров, А.І. Будаговський) та за кордоном – С. Throntwaite (США), Н. Penman (Англія), Л. Тугс (Франція), Д. Клодт (ФРН) – довели [5–9], що в умовах оптимального вологозабезпечення режим зволоження залежить насамперед від таких факторів, як сонячна радіація, атмосферні опади, дефіцит вологості повітря, температура повітря та інших, тобто від усіх тих факторів, якими визначається наявність вологи у системі «грунт – рослина – повітря». Розроблено ряд методів, які дають можливість

визначити оптимальний режим вологозабезпечення сільськогосподарських культур за допомогою метеорологічних елементів (фізичні методи), урахування біологічних особливостей культур (біофізичні методи), використання фізіологічних ознак рослин (біологічні методи). Обчисливши за цими методами сумарне випаровування за певний період і використовуючи дані про опади, початковий запас вологи в ґрунті, вологообмін з глибокими шарами ґрунту, можна розраховувати дефіцит водного балансу і на основі цього встановити оптимальний режим зволоження сільськогосподарських культур.

Постановка завдання. У роботі ставиться мета – висвітлити питання режиму зволоження сільськогосподарських культур у період вегетації. Оскільки степова Україна знаходиться у зоні недостатнього і несталоного природного зволоження, завжди були актуальними питання розвитку зрошуваного землеробства, визначення норм, строків і кількості поливів. Для розв'язання цих питань необхідно мати об'єктивну оцінку впливу різних факторів на рівень вологозабезпечення сільськогосподарських культур, тому в роботі визначаються такі завдання: визначити вплив погодно-кліматичних умов на водний режим сільськогосподарських полів, проаналізувати стан режиму зволоження, навести приклади розрахунків поливних режимів сільськогосподарських культур з урахуванням гідрометеорологічних факторів.

Виклад основного матеріалу. Оптимальна продуктивність рослин можлива лише за умов одночасного забезпечення їх всіма факторами життя: світлом, теплом, водою, повітрям та елементами живлення. Вміст води у ґрунті й повітрі є важливим фактором для рослин. Рослини вбирають із ґрунту велику кількість води, проте засвоюють незначну її частину: 0,1–0,3%. Решта води витрачається листям на транспірацію. Недостатня кількість води в ґрунті призводить до порушення водного балансу в рослині. В посушливі періоди рослина на транспірацію витрачає води більше, ніж вбирає її з ґрунту, внаслідок чого в тканинах виникає водний дефіцит. У результаті значної втрати води рослиною на транспірацію, поступово підвищується концентрація і збільшується осмотичний тиск клітинного соку, в зв'язку з чим листя починає утримувати воду з більшою силою, а це, в свою чергу, призводить до зменшення випаровування води листям і до його перегріву. Все це знижує фізіологічну активність листя, внаслідок чого зменшується урожай сільськогосподарських культур. Щоб забезпечити достатнє насичення клітин водою і тим самим нормальний хід фізіологічних та біохімічних процесів у рослині, потрібно, щоб у ґрунті протягом вегетаційного періоду запас вологи підтримувався у межах оптимального. За цих умов створюється сприятливе співвідношення води і повітря, а рухомість вологи в ґрунті стає високою, надходження її до коренів здійснюється безперервно, що забезпечує нормальний водний режим сільськогосподарських культур.

Розглянемо межі продуктивної та оптимальної вологи, що міститься в ґрунті, і водні та фізичні властивості ґрунтів, які є основою для розрахунку запасів вологи в ґрунті та розміру поливної норми.

Польова вологоємність (ПВ) – це та найбільша кількість підвішеної води, яку може тривалий час утримувати ґрунт, протидіючи силі тяжіння. На важкосуглинкових ґрунтах вона становить 24–26% і більше, на середньосуглинкових – 19–23, на легкосуглинкових – 13–18, на піщаних і супіщаних – 6–12% від ваги сухого ґрунту. ПВ верхньою межею оптимальної вологості ґрунту.

Вологість в'янення (ВВ) – це стан вологості ґрунту, за якої рослини через відсутність у ґрунті продуктивної води зазнають тривалого й стійкого в'янення. На глинистих і важкосуглинкових ґрунтах вона становить 14–17, на середньосуглинкових – 10–13, на легкосуглинкових – 5–7, на піщаних і супіщаних – 1,2–4%. Вода, що міститься у ґрунті в межах від польової вологоємності до вологості в'янення вважається *продуктивною*, тобто такою, що може засвоюватися рослинами. Проте ступінь засвоєння її рослинами в різних інтервалах вологості ґрунту неоднаковий. Продуктивна вода в інтервалі від польової вологоємності до певного рівня вологості – легкодоступна для рослин. Нижче цього рівня рухомість води значно зменшується, а засвоєння її рослинами все більше утруднюється. Такий рівень вологості ґрунту, при якому зменшується ступінь засвоєння води рослинами, внаслідок чого починає уповільнюватися темп росту й розвитку рослин, називається *критичною вологістю (КрВ)*, або вологістю уповільнення росту, або вологістю розриву капілярів. Критична вологість є нижньою межею оптимальної вологості ґрунту. Зниження вологості ґрунту до рівня критичної свідчить про необхідність поповнення в ньому запасу води, що в господарстві здійснюється застосуванням зрошення. На глинистих і важкосуглинкових ґрунтах нижня межа оптимальної вологості дорівнює 75–80, на середньосуглинкових – 70–75, на легкосуглинкових і супіщаних – близько 55–65% польової вологоємності. Критичну вологість визначають, взявши до уваги процент продуктивної води, що міститься в ґрунті при польовій вологоємності. Процент продуктивної води $W_{пр}$ % вираховують за рівнянням:

$$W_{пр} \% = \left(1 - \frac{ВВ}{ПВ} \right) \cdot 100,$$

де *ВВ* – вологість в'янення, %;

ПВ – польова (найменша) вологоємність певного шару ґрунту, %.

Критична вологість має такі орієнтовні показники при різному вмісті продуктивної води:

<i>Уміст продуктивної води, в % від ПВ</i>	<i>Критична вологість, в % від ПВ</i>
60 – 65	55 – 60
55 – 60	60 – 65
50 – 55	65 – 70
45 – 50	70 – 75
40 – 45	75 – 80

Проте критична вологість ґрунту може дещо змінюватись залежно від глибини активного шару ґрунту, фази розвитку рослин, зокрема наприкінці вегетації. Точніше, критичну вологість можна встановити із співвідношення E / E_0 за короткі проміжки часу, де E – сумарне випаровування при вологості ґрунту, що поступово знижується, а E_0 – сумарне випаровування при постійно високому рівні водопостачання (наприклад, 75–80% ПВ). Критична вологість буде відповідати моменту, коли відношення E / E_0 стане меншим за одиницю і буде знижуватись у міру зростання різниці в умовах водопостачання. Як приклад такого зіставлення наведено дані, що їх одержано в спеціальних дослідках на полях Науково-дослідного інституту зрошуваного землеробства під керівництвом О.Р. Константінова і Г.П. Дубинського [3].

Якщо такі дані нанести на графік, можна легко визначити критичну вологість ґрунту. Вона буде відповідати початку зниження відношення E / E_0 в даному разі $KpB = 9.5\%$ від ваги абсолютно сухого ґрунту для шару 0–100 см. Така ж величина KpB була одержана в результаті зіставлення приросту надземної сухої маси рослини і за фізіологічними показниками.

Урахування гідрометеорологічних факторів запропоновано нами [4] для моніторингових оціночних досліджень планування і проектування зрошуваних систем. При їх проектуванні поливні режими сільськогосподарських культур встановлюють, виходячи з даних про дефіцит водного балансу за вегетаційний період тієї чи іншої культури, який визначають із співвідношення прибутково-видаткових елементів водного балансу за оптимальних умов вологозабезпеченості полів. Витрату води обчислюють за біофізичним методом з використанням біологічних коефіцієнтів сумарного випаровування.

У такий спосіб можна встановити поливні режими і при складанні планів водокористування. Приклад розрахунку дефіциту водного балансу кукурудзи наведено у табл. 1.

Насамперед у таблицю вписують подекадні вихідні дані: суму опадів, суму середньодобових дефіцитів вологості повітря ($mб$), суму температур з поправками на довжину світлового дня (в таблиці поправки подано для 50° північної широти), зростаючу суму температур від появи повних сходів. Відповідно до суми температур для кожної декади приймають біологічні коефіцієнти [2].

До періоду появи повних сходів приймають коефіцієнти 0,15–0,19. У наведеному прикладі розрахунок сумарного випаровування починають з дати проведення передпосівного поливу – другої декади квітня. Обчислюють сумарне випаровування за рівнянням $E = K \Sigma d$.

Ураховуючи поправку на вологообмін із шарами, що залягають глибше 1 м, одержують витрату вологи з метрового шару ґрунту для кожної декади. Зіставляючи витрату вологи за декаду з кількістю опадів, встановлюють дефіцит водного балансу за рівнянням:

$$\Delta W = E \cdot \gamma - P,$$

де W – дефіцит водного балансу, мм; E – сумарне випаровування, мм; γ – поправка на вологообмін з глибокими шарами; P – кількість опадів, мм.

Таблиця 1

**Приклад розрахунку дефіциту водного балансу кукурудзи
(для середньопосушливого року)**

Місяць	Декада						Фази розвитку і види робіт							
		Опади за декаду, мм	Сума дефіцитів вологості повітря, мм за декаду	Сума середньодобових температур повітря, градусів за декаду	Поправка на довжину світлового дня	Сума температур повітря з поправкою, градусів		Зростаюча сума температур повітря з поправкою від появи сходів, градусів	Біологічний коефіцієнт	Сумарне випаровування за декаду, мм	Поправка на вологообмін з глиб. шарами ґрунту	Витрата води з шару 0-100 см, мм	Дефіцит водного балансу за декаду, мм	Зростаючий дефіцит водного балансу, мм
		P	Σd	Σt^o	l	$\Sigma t^o l$		$\epsilon \Sigma t^o l$	K	E	γ	$E \cdot \gamma$	ΔW	$\Sigma \Delta W$
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Квітень	I	11.8	62	122.1	1.16	142	16.04 – передпосівний полив; 22.04 – сімба; 8.05 – повні сходи		0.15	9.3	1	9.3	-2.5	0
	II	16.4	62.9	131.4	1.2	158			0.19	11.9	1	11.9	-4.5	0
Травень	I	18.6	64.2	160.8	1.24	199		60	0.19	12.2	1	12.2	-6.4	0
	II	14.9	75.2	179.7	1.28	230		290	0.25	18.8	1	18.8	3.9	3.9
	III	17.3	71.7	181.5	1.3	236		526	0.3	21.5	0.95	20.4	3.1	7
Червень	I	8.2	97.3	201.2	1.32	265		791	0.34	33.1	0.95	31.4	23.2	30.2
	II	9.7	108	221	1.34	296		1087	0.4	43.2	0.95	41	31.3	61.5
	III	0.7	112.2	244	1.33	324		1411	0.45	50.5	0.9	45.4	44.7	106.2
Липень	I	5.9	113.1	237	1.31	311		1722	0.49	55.4	0.9	49.9	44	150.2
	II	12.7	109	227	1.3	295		2017	0.45	49	0.9	44.1	31.4	181.6
	III	14.7	131	257	1.26	324		2341	0.37	48.5	0.85	41.2	26.5	208.1
Серпень	I	1.4	121.4	228	1.21	276		2617	0.29	35.2	0.85	29.9	28.5	236.6
	II	5.4	117.9	224.7	1.17	263		2880	0.25	29.5	0.85	25.1	19.7	256.3
	III	1.9	107.6	208	1.12	233		3113	0.25	26.9	0.85	22.9	21	277.3

Після цього обчислюють зростаючий дефіцит водного балансу за декадами вегетаційного періоду. У тому разі, коли розрахунки дефіциту водного балансу проводять для проектних цілей, у величину сумарного випаровування (E) додатково вводять ще мікрокліматичну поправку, враховуючи те, що біологічні коефіцієнти, встановлені на основі метеорологічних даних, було одержано в незрошуваних умовах. До того ж, аналогічними даними користуються і для обчислення сумарного випаровування. Величина поправки залежить від розміру площі зрошення. У більшості випадків поправка

становить 0,85. Якщо ж при складанні планів водокористування, а також при коректуванні строків поливів для обчислення сумарного випаровування одержують метеорологічні дані з місцевих метеопунктів, розташованих на тому ж масиві, мікрокліматичну поправку в такі розрахунки не вводять.

Маючи дані про зростаючий дефіцит водного балансу за вегетаційний період, легко встановити строки поливів, ураховуючи при цьому прийняті для конкретних ґрунтових умов норми поливу. Для зручності дефіцити водного балансу подають у вигляді інтегральної кривої. Розрахункова норма поливу для 1 м шару становить 70 мм, проте для першого поливу норму дещо зменшуємо, зважаючи на те, що в цей час коренева система не досягає ще повного розвитку. Для встановлення першого строку поливу кукурудзи на інтегральній кривій дефіциту водного балансу знаходять точку, яка відповідає на шкалі по осі ординат нормі першого поливу (60 мм). Місце перетину ліній перпендикуляра, опущеного із зазначеної точки, і осі абсцис визначає дату першого поливу – 20 червня.

Потреба в другому поливі настане тоді, коли дефіцит водного балансу досягне 70 мм, або разом із попереднім інтегрально становитиме (60 + 70) 130 мм. Місце перетину перпендикуляра, опущеного з точки, що відповідає дефіциту водного балансу 130 мм, з віссю абсцис указує строк другого поливу – 5 липня. Третій полив треба здійснити, коли дефіцит водного балансу досягне знову 70 мм, а разом із попереднім інтегрально: $60 + 70 + 70 = 200$ мм, тобто 27 липня, що встановлюють аналогічно попереднім прикладом. Четвертий полив, виходячи з норми поливу 70 мм, буде 27 серпня.

При користуванні інтегральними кривими рекомендується перевіряти розподіл опадів по днях тих декад, які суміжні із строками поливів, щоби встановити фільтрацію за межі розрахункового шару (в нашому випадку – 0–100 см). Це необхідно тому, що при складанні інтегральних кривих береться до уваги сума опадів у цілому за декаду. Фактично ж вони випадають у різні дні декади, і не виключено випадання їх у день поливу, за 1–3 дні до або після поливу. У роки з 95%-ною забезпеченістю опадами фільтрація буває дуже рідко і величина її не істотна.

Висновки. Зрошення – один з головних напрямів інтенсифікації сільського господарства. У районах степової України із характерним нестійким зволоженням поливи дозволяють збільшити врожайність сільськогосподарських культур, а в гостро посушливих регіонах землеробство без них практично неможливе. Зрошення не тільки підвищує продуктивність сільського господарства, але й створює базу для його стійкості в різні з огляду на погодні умови роки.

Рецензент – канд. биол. наук, доц. М.Г. Яковенко

Література:

1. Атлас запасов продуктивной влаги в почве. – М., ГУГК, 1983.
2. Алпатьев А.М. Влагооборот культурных растений. – Л.: Гидрометеониздат, 1954. – 289 с.

3. Природно-мелиоративные исследования в степной зоне СССР / Г.П. Дубинский, А.Д. Бабич, Ю.Ф. Кобченко и др. // Матер. 4-го съезда геогр. об-ва СССР. – Ворошиловград, 1980. – С. 52-54.

4. Кобченко Ю.Ф., Ковалевская З.А., Сараев В.А. Эффективность учета погодных условий при орошении в Харьковской области // Вестн. Харьк. ун-та, 1984. – № 173. – С. 85-91.

5. Константинов А.Р. Испарение в природе. – Л.: Гидрометеониздат, 1966. – 632 с.

6. Шатилов И.С., Чудновский А.Ф. Агрофизические, агрометеорологические и агротехнические основы программирования урожая. – Л.: Гидрометеониздат, 1980. – 320 с.

7. Penman H. Mirror for meteorologist. Quart. J. Roy // Met. Soc. – 1963. – № 89.

8. Throntwaite C. An approach toward a rational classification of climat // Geogr. Rev. – 1949. – Vol. 38. – № 1.

9. Turc L. Le bilan d'eau des sols. – Versailles: In-t nation. de la recherche agronom. – 1955.

Н.А. Гвоздь, Ю.Ф. Кобченко

РЕЖИМ УВЛАЖНЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

В статье рассматриваются вопросы режима увлажнения сельскохозяйственных культур в период вегетации. Проанализированы режим увлажнения, влияние погодноклиматических условий на водный режим сельскохозяйственных полей, приведены примеры расчетов поливных режимов сельскохозяйственных культур с учетом гидрометеорологических факторов.

Ключевые слова: микроклиматология, орошение, сельское хозяйство, мелиорация, норма полива, поливной режим.

УДК 528.9

А.Ю. Гордеев, В.О. Шевченко

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ПІРІ РЕЙС – ПРЕДСТАВНИК ТУРЕЦЬКОЇ КАРТОГРАФІЧНОЇ ШКОЛИ ПОРТОЛАНІВ

Розглянуто життя і діяльність відомого турецького мореплавця і картографа, адмірала Пірі Рейса (1470–1554 рр.). проаналізовані його видатні твори – «Книга морів» (яка містить більше 200 карт та є збіркою навігаційних знань того часу і водночас логією Середземного моря), а також його знаменита карта світу 1513 року. Висвітлено внесок Пірі Рейса в розвиток морської і навігаційної картографії.

Ключові слова: карта-портолан, «книга морів», навігація, морська картографія.

A. Gordeyev, V. Shevchenko

PIRI REIS – REPRESENTATIVE OF TURKISH CARTOGRAPHIC SCHOOL OF PORTOLANS

Life and activity of the known turkish navigator and cartographer, Admiral Piri Reis (1470–1554) is considered. His prominent works – «Book of seas» (the collection of knowledge of navigations of those times and simultaneously sailing direction of Mediterranean, containing more than 200 cards), and also his famous map of the world (dating about 1513)