



**BULLETIN OF POLTAVA  
STATE AGRARIAN  
ACADEMY**

ISSN: 2415-3354 (Print)  
2415-3362 (Online)

<https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk>




**original article** | UDC 635 : 551.582 | doi: 10.31210/visnyk2021.01.17

## AGRO-ECOLOGICAL ASSESSMENT OF IRRIGATED TOMATOES PRODUCTIVITY IN CONDITIONS OF CLIMATE WARMING


A. M. Polevoy

ORCID  [0000-0002-0049-7024](https://orcid.org/0000-0002-0049-7024)


L. E. Bozhko

ORCID  [0000-0002-1485-4707](https://orcid.org/0000-0002-1485-4707)

E. A. Barsukova\*

ORCID  [0000-0002-9054-142X](https://orcid.org/0000-0002-9054-142X)

A. V. Tolmachova

ORCID  [0000-0002-9340-5028](https://orcid.org/0000-0002-9340-5028)

Odessa State Environmental University, 15 Lvivska St., 65016, Odessa, Ukraine

\*Correspondent author

E-mail: [lena5933@ukr.net](mailto:lena5933@ukr.net)

### How to Cite

Polevoy, A. M., Bozhko, L. E., Barsukova, E. A., & Tolmachova, A. V. (2021). Agro-ecological assessment of irrigated tomatoes productivity in conditions of climate warming. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 141–148. doi: 10.31210/visnyk2021.01.17

This article presents the study results of the formation of irrigated tomatoes productivity in the Southern Steppe regions of Ukraine in the conditions of climate warming. The assessment of the impact of climate warming and irrigation rates on tomato productivity was performed based on comparing agro-ecological conditions of two periods: the first – 1961–1995, the second – 1996–2015. Calculations were performed using the model of assessing agro-climatic conditions of crop productivity formation proposed by A. M. Pol'ovyy. It has been established that during the whole vegetation period of tomatoes the average air temperatures values per decade were higher by 1.2–1.3 °C on the average during the period from 1995 to 2015 than during the period of 1961–1995. Deviations from the second decade of July till the third decade of September were especially noticeable, as the temperatures for the second period were by 1.9–2.2 °C higher. The average amount of precipitation per decade during the growing season of tomatoes decreased slightly in the second period – by 13 mm. Given that the rates of irrigation were the same in both periods and averaged to 3,500 m<sup>3</sup>/ha, a slight decrease in rainfall did not cause the deterioration of plants' moisture supply. Elevated temperatures throughout the growing season in the second study period led to an increase in total evaporation levels. This increase is especially noticeable starting from the fourth decade of the growing season. Elevated air temperatures and good moisture content of crops in the second study period resulted in the tomatoes dry weight increase. Throughout the growing season, the increase in dry matter per decade during the second period was much higher than during the first, resulting in the increased vegetable yield. Calculations of tomato productivity at different irrigation rates in the second period have allowed to establish that, under the conditions of warming, water consumption per total evaporation increases and the highest values of tomatoes' dry weight is accumulated at the irrigation rate of 4,000 m<sup>3</sup>/ha. During the first period, maximum increases were observed at irrigation rates of 3,500 m<sup>3</sup>/ha. In case of increasing the irrigation rate to 4,500 m<sup>3</sup>/ha, soil waterlogging occurs, which negatively affects the formation of vegetable yields, leads to the development of plant diseases, vegetable rot, worsening their quality. This confirms the opinion of leading scientists that the optimal rate of irrigation for tomatoes is the rate at which the ratio of total evaporation volume to evaporation level is 0.8–0.9 relative units.

**Key words:** tomatoes, air temperature, total evaporation, evaporation, moisture supply, irrigation rates, yield.

**АГРОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ПРОДУКТИВНОСТІ ЗРОШУВАНИХ ТОМАТІВ В УМОВАХ ПОТЕПЛІННЯ**

*А. М. Польовий, Л. Ю. Божко, О. А. Барсукова, А. В. Толмачова*

Одеський державний екологічний університет, м. Одеса, Україна

*У статті наводяться результати дослідження формування продуктивності зрошуваних томатів в областях Південного Степу України в умовах потепління. Оцінка впливу потепління клімату і норм зрошення на продуктивність томатів виконувалась на основі порівняння агроєкологічних умов двох періодів: 1 – 1961–1995 рр., 2 – 1996–2015 рр. Розрахунки виконувались із використанням моделі оцінки агрокліматичних умов формування продуктивності сільськогосподарських культур, запропонованої А. М. Польовим. Встановлено, що впродовж усього вегетаційного періоду томатів значення середніх за декаду температур повітря в період з 1995 по 2015 рік були вищими в середньому на 1,2–1,3 °С, ніж у період 1961–1995 рр. Особливо помітні відхилення з другої декади липня до третьої декади вересня, коли температури за другий період були вищими на 1,9–2,2 °С. Середні за декаду суми опадів за вегетацію томатів зменшились у другий період несуттєво – на 13 мм. Зважаючи, що норми зрошення були однаковими в обох періодах і становили в середньому 3500 м<sup>3</sup>/га, то незначне зменшення сум опадів не спричинило погіршення вологозабезпечення рослин. Підвищені температури впродовж усієї вегетації у другому досліджуваному періоді призвели до зростання сумарного випаровування. Особливо помітні збільшення його, починаючи з четвертої декади вегетації. Підвищені температури повітря і добра вологозабезпеченість посівів у другому досліджуваному періоді сприяла зростанню накопичення сухої маси томатів. Упродовж усього періоду вегетації наростання сухої маси щодавно у другий період було значно вищим, ніж у перший, що своєю чергою сприяло підвищенню врожаю плодів. Розрахунки продуктивності томатів при різних нормах зрошення у другий період дали змогу встановити, що в умовах потепління підвищуються витрати води на сумарне випаровування і найвищі значення сухої маси томатів накопичуються при нормі зрошення 4000 м<sup>3</sup>/га. В першому періоді максимальні прирости спостерігались за умови норми зрошення 3500 м<sup>3</sup>/га. В разі збільшення норми зрошення до 4500 м<sup>3</sup>/га спостерігається перезволоження ґрунту, яке несприятливо впливає на формування врожаю плодів, сприяє розвитку захворювань рослин, загниванню плодів, що погіршує їх якість. Це підтверджує висновок провідних учених, що оптимальною нормою зрошення для томатів є норми, за яких спостерігається співвідношення сумарного випаровування до випаровуваності на рівні 0,8–0,9 відн. од.*

**Ключові слова:** *томати, температура повітря, сумарне випаровування, випаровуваність, вологозабезпечення, норми зрошення, урожайність.*

**Вступ**

Овочівництво – це галузь сільськогосподарського виробництва, яка повинна впродовж року забезпечити кількість овочів, необхідних для здоров'я людини. Споживання овочів на душу населення постійно зростає і на сьогодні воно становить 160–200 кг на рік. Ґрунтово-кліматичні умови України сприяють вирощуванню широкого асортименту овочевих рослин. Найбільшу питому вагу в овочівництві України займає група плодкових овочів, які вирощуються для споживання плодів у технічній чи біологічній стиглості. Серед них найбільшим попитом користується томат.

Томат відноситься до сімейства пасльонових і є однією із найбільш розповсюджених овочевих культур в Україні. Посівні площі томата за розмірами поступаються тільки капусти. По території України за напрямом з північного заходу на південний схід співвідношення розмірів посівних площ томата і капусти змінюється, посівні площі томата поступово перевищують посівні площі капусти і в Південному Степу займають перше місце серед інших овочевих культур. Родючі ґрунти, забезпеченість рослин світлом та теплом сприяють отриманню високих врожаїв томатів, але при цьому культура страждає від нестачі вологи. Тому в посушливих умовах Степової зони томати вирощуються переважно в умовах зрошення [1–3].

Велика роль у репродуктивному розвитку томатів належить умовам вирощування. Рано та рясно цвітуть томати при вирощуванні їх у ранній культурі із застосуванням плівкового укриття, на другому місці – рання культура без застосування укриття, на третьому – звичайна розсадна культура і на останньому – безрозсадна культура. Для рівномірного надходження урожаїв у районах Південного Степу

рекомендується відводити під розсадні томати 65–70 % усієї площі та не менше 15 % вирощувати за типом ранньої культури. При цьому скоростиглі та середньостиглі сорти вирощувати у співвідношенні 1 : 1. На крайньому півдні питому вагу ранніх томатів можна збільшувати до 20 – 30 % [7, 10].

Постійне зростання попиту на овочі примушує спеціалістів сільськогосподарського виробництва впроваджувати заходи для забезпечення овочами більш тривалий період року, підвищення врожайності томатів, розширення їхнього асортименту шляхом вирощування томатів різного ступеня стиглості, поліпшення якості плодів, ефективнішого використання поливних і заплавних земель, створення спеціалізованих зон для вирощування овочів, тощо [27].

Урожайність сільськогосподарських культур залежить від великої кількості факторів. За системним їх охопленням ці фактори можна класифікувати. Всі екологічні фактори поділяють на дві основні групи: 1) ресурси, які безпосередньо використовуються рослиною (сонячна енергія, вода, елементи мінерального живлення, вуглекислий газ і кисень повітря та ін.); 2) умови, які впливають на життєдіяльність рослин, (температура повітря і ґрунту, кількість і розподіл атмосферних опадів, гранулометричний склад ґрунту, його кислотність, норми і способи зрошення, тощо). В умовах зрошення на врожай рослин впливають усі вищезазначені фактори, а також і такі біологічні властивості культури, як особливості розподілу кореневої системи, вологолюбність, посухостійкість, відношення до бур'янів, потреба в підживленні, тощо [2].

Розвитку овочівництва сприяли чисельні дослідження видатних учених овочівників, фізіологів, меліораторів. Серед них потрібно відзначити таких, як В. І. Едельштейн, А. С. Кружилін, Г. В. Лебедев, Х. С. Даскалов, Н. В. Колев, П. І. Журбицький, Т. Бігс, Д. Д. Брежнев, Д. А. Штойко, М. Ф. Куликова, А. І. Костяков, І. М. Аванесян, І. Д. Федоренко, І. Д. Паненко, С. С. Ванесян, А. М. Менших і ін. Великий внесок у розвиток овочівництва у степовій зоні України внесли дослідження вчених науково-дослідних інститутів зрошувального землеробства і овочівництва в Молдавії (м. Тирасполь) і в Україні (м. Херсон). Варто відзначити, що дослідження вчених стосуються не тільки вирощування овочів у полі, а й у закритому ґрунті.

Дослідження вчених стосуються різних аспектів томатної рослини, а саме: географічного розповсюдження томата, морфології та біології рослини, її анатомічної будови, біохімії плодів, впливу навколишнього середовища на фізіологічні процеси та фотосинтез рослин, на створення та впровадження нових більш урожайних сортів, агротехніку вирощування, впливу шкідників і хвороб на продуктивність томата [10, 11]. Дослідження [6, 12] присвячені широкому колу питань морфології томатної рослини, її анатомічної будови, біохімії плодів томата, біології розвитку рослин та її відношення до факторів навколишнього середовища, агротехніки вирощування, шкідників і хвороб томата. На сучасному етапі розвитку овочівництва актуальним є питання якості плодів томата. Цьому присвячені роботи [8, 10, 11]. Питання агротехніки вирощування томата, сучасних технологій в овочівництві, впливу погодних умов на якість плодів томата висвітлювались у роботах [12, 18]. Наводяться також результати досліджень впливу агрометеорологічних умов на темпи розвитку і продуктивність овочевих, зокрема і томата в різних природно-кліматичних зонах України, висвітлюються особливості споживання води томатами та наводиться виконане агрокліматичне районування території України щодо вирощування томата [2]. Однією з характерних рис овочівництва в сучасності є інтенсифікація цієї галузі шляхом використання сучасних технологій, підвищення частини ранніх овочів у відкритому ґрунті, будівництва зрошувальних систем, широкого застосування добрив та заходів боротьби з бур'янами, екологічній оцінці вмісту нітратів в овочевих культурах, тощо. Цьому присвячені роботи [19, 21, 27, 29].

Світова наукова спільнота багато уваги приділяє питанням впливу органічних і мінеральних добрив на продуктивність томатів та якість їх плодів [17, 28, 29]. Питанням економічної ефективності вирощування томатів присвячені роботи [19, 20].

У зрошуваному землеробстві особливу увагу звертають на ґрунтові умови (швидкість поглинання води ґрунтом, якість зрошувальної води, вміст питомих речовин, рельєф території і ін.); природно-кліматичні умови (особливості режиму вітру, кількість опадів, випаровування, термічний режим і можливість пошкодження рослин заморозками); особливості сільськогосподарської культури (тип кореневої системи, особливості розповсюдження коріння, вимоги до забезпечення теплом та вологою, посухостійкість, відношення до бур'янів, потреба у підживленні питомими речовинами) [4, 5]. Багато досліджень присвячено вивченню впливу способів і норм зрошення на формування продукти-

вності томата, особливостям витрат води рослинами при зрошенні Встановлено, що споживання води сільськогосподарськими рослинами при застосуванні зрошення зростає [13, 14, 20, 22].

Водоспоживання рослин – це кількість води, яка витрачається посівами за вегетаційний період. На величину водоспоживання рослин впливають біологічні особливості рослин, гідрометеорологічний режим упродовж вегетації та типи ґрунтів. Крім того, сумарне споживання води томатами залежить також від сорту томатів, поливного режиму і агротехніки вирощування [13, 22].

Існуючі методи застосування гідрометеорологічних факторів при встановленні потреб рослин у воді засновуються переважно на врахуванні випаровуваності, яка розраховується за відомими формулами з використанням стандартної метеорологічної інформації. В польових умовах витрати води на сумарне випаровування  $E$  при безперервному надходженні води до коріння теж розглядається як вологопотреба рослин [2, 22].

Водоспоживання рослин прирівнюється до сумарного випаровування  $E$ , яке складається із транспірації рослин  $E_m$  та випаровування із поверхні ґрунту  $E_s$ . [4, 5, 13, 22].

Наприкінці минулого століття і на початку поточного наукова спільнота зазначала про суттєве потепління клімату, яке в сучасних умовах спричинило зміну стану навколишнього середовища, що, своєю чергою, сприяло значній зміні агрокліматичних умов росту, розвитку та формування продуктивності сільськогосподарських культур [9, 15, 23, 24]. Зміна кліматичних умов спричинить зміну формування продуктивності сільськогосподарських культур.

*Мета* дослідження полягає в оцінці агроекологічних умов формування продуктивності томатів в умовах потепління.

### Матеріали і методи досліджень

Для дослідження використовувались середні багаторічні матеріали спостережень за продуктивністю томатів та метеорологічними елементами у Степовій зоні України за два періоди: 1 – період з 1961 по 1995 рр., 2 – з 1996 по 2015 рр. Для розрахунків показників впливу навколишнього середовища на формування кліматично забезпечених урожаїв сільськогосподарських культур використовуються математичні моделі [15, 23, 24]. Для оцінки продуктивності томатів використовувалась математична модель оцінки агрокліматичних ресурсів, розроблена А. М. Польовим [15] на основі положення про максимальну продуктивність посівів Х. Г. Тоомінга. Принцип максимальної продуктивності і відповідності полягає в методі еталонних урожаїв. Система еталонних урожаїв дає змогу значно глибше вирішувати питання оцінки відповідності кліматичних ресурсів біологічним вимогам сільськогосподарських культур [16]. Модель дає змогу розраховувати чотири категорії врожайності культури і декілька узагальнених характеристик: зокрема міру сприятливості метеорологічних умов вирощуванню культури; коефіцієнт ефективності використання агрокліматичних ресурсів. При виконанні розрахунків було прийнято положення, що за деяких незначних відмінностей у нормах зрошення за вегетаційний період середня кількість поливів була однаковою – 10 поливів. При цьому останній полив проводився за 2–3 декади до припинення вегетації з метою збереження оптимальної вологості та якості плодів.

### Результати дослідження та обговорення

З використанням моделі були розраховані середні багаторічні характеристики формування врожаїв томатів в областях Південного Степу (табл. 1).

Аналіз розрахунків показує, що в усіх областях Південного Степу оцінка сприятливості кліматичних умов для вирощування томатів майже однакова – 0,960–0,962 відн. од. Вологозабезпеченість упродовж вегетаційного періоду томатів, виражена через співвідношення  $E_f/E_o$ , теж мало відрізнялась і була оптимальною, на рівні 0,91 відн. од. За дослідженнями [3, 16, 21] в умовах зрошення добра вологозабезпеченість складається при значенні співвідношення  $E_f/E_o$  на рівні 0,85–0,90 відн. од.

Були також розраховані середні багаторічні показники волого-температурного режиму і показники накопичення кліматично забезпеченого врожаю сухої маси томатів упродовж вегетації за два періоди 1– 1961–1995 рр., 2 – 1996–2015 рр. (як приклад наводяться розрахунки по Херсонській області (табл. 2).

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

### 1. Узагальнені середні багаторічні характеристики агрометеорологічних умов формування продуктивності середньостиглих сортів томатів по областях Південного Степу за період 1995–2015 рр.

За період активної вегетації	Області			
	Одеська	Миколаївська	Херсонська	Запорізька
Сума активних темпе-ратур вище 10 °С	2700–3100	2750–3100	2850–3200	2300-3000
Оцінка міри сприятли-вості кліматичних умов, відн. од.	0,961	0,960	0,962	0,960
Сума ФАР, МДж/м <sup>2</sup>	1700	1695	1735	1700
Тривалість вегета-ційного періоду, дні	125–150	120–145	130–150	120–145
Сума опадів, мм	214	205	192	208
Норма зрошення, м <sup>3</sup> /га	3500-	3349	3900	3400
Потреба рослин у волозі, мм (Е <sub>0</sub> )	660	660	665	660
Сумарне випаровування, мм (Е <sub>ф</sub> )	605	603	600	602
Відношення (Е <sub>ф</sub> /Е <sub>0</sub> )	0,917	0,913	0,909	0,910
ММВ всієї сухої маси, г/м <sup>2</sup>	4008	3996	4045	3988
ММВ плодів, ц/га	449	439	460	425
Норми зрошення, м <sup>3</sup> /га	3500	3500	3600	3400

При розрахунках за першу декаду вегетації томатів береться друга декада після висаджування розсади у ґрунт. Норма зрошення в обидва періоди становила 3500 м<sup>3</sup>/га, за вегетаційний період проводилось 10 поливів із нормою одного поливу 300–350 м<sup>3</sup>/га.

Розрахунки свідчать про те (табл. 2), що впродовж усього вегетаційного періоду томатів значення середніх за декаду температур повітря в період з 1995 по 2015 рік були вищими на 1,2–1,3 °С, ніж в період 1961–1995 рр.

### 2. Порівняння волого-температурних показників формування приростів сухої маси кліматично забезпеченого врожаю томатів у Херсонській області за два періоди: 1 – 1961–1995 рр.; 2 – 1995–2015 рр.

Декади ве-гетації то-мата	Середня температура повітря, °С		Сума опа-дів, мм		Сумарне випаровуван-ня, мм		Урожай сухої маси, г/м <sup>2</sup>	
	1	2	1	2	1	2	1	2
1	17,1	18,5	12	12	22	36,8	135,5	209,1
2	18,3	19,8	13	12	49	47,7	182,1	211,3
3	19,0	20,4	14	13	56	57,6	197,3	228,5
4	19,9	21,3	14	13	60	71,5	206,2	237,0
5	20,7	22,2	13	12	65	73,5	211,0	255,3
6	21,5	23,0	12	11	71	80,9	219,4	258,8
7	22,0	23,3	12	11	64	64,5	240,2	296,0
8	22,8	23,2	12	10	60	68,9	214,2	249,8
9	20,3	22,2	11	10	60	72,5	194,6	219,9
10	18,2	21,0	11	19	56	68,8	191,0	221,9
11	16,0	18,8	10	9	35	51,5	136,6	150,8
12	14,4	16,6	10	9	24	47,7	87,4	99,0
13	12,3	14,5	9	8	17	34,4	35,2	59,7

Особливо помітні відхилення в період з другої декади липня до другої половини вересня, коли температури за другий період були вищими на 1,9–2,2 °С. Середні за декаду суми опадів за вегетацію томатів зменшились у другий період несуттєво на 13 мм. Зважаючи, що норми зрошення були однаковими в обох періодах, то незначне зменшення сум опадів не спричинило погіршення вологозабезпечення рослин. Підвищені температури впродовж усієї вегетації у другому досліджуваному періоді призвели до зростання сумарного випаровування. Особливо помітні збільшення, починаючи з четвертої декади вегетації. Підвищені температури повітря і добра вологозабезпеченість посівів у другому досліджуваному періоді сприяла зростанню накопичення сухої маси томатів. Упродовж усього пері-

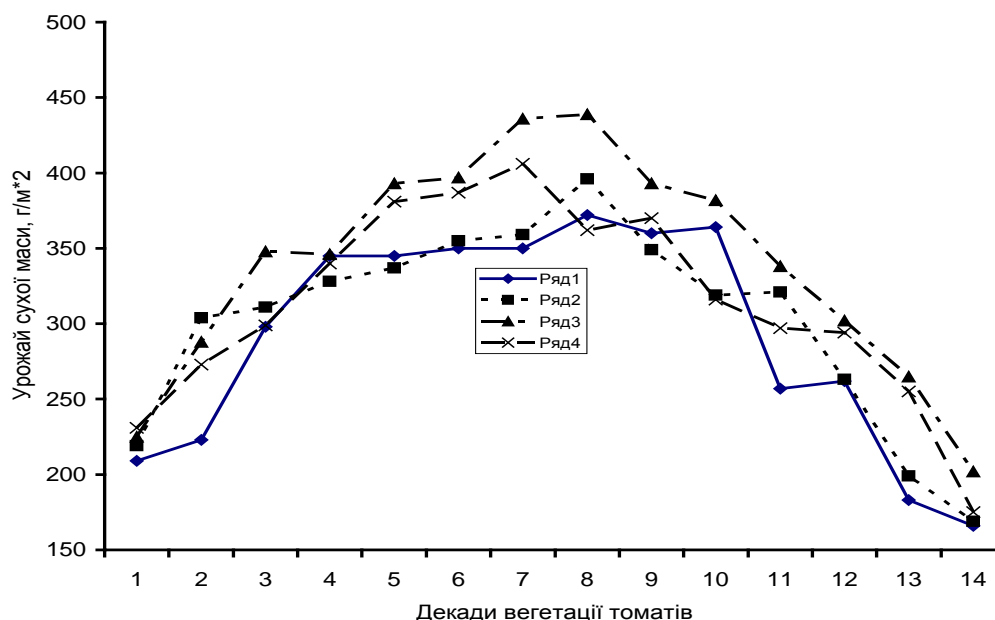
## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

оду вегетації наростання сухої маси щодавно у другий період було значно вищим, ніж у перший, що своєю чергою сприяло підвищенню врожаю плодів.

Через те, що наукова спільнота прогнозує в подальшому підвищення температури повітря, постає питання як змінюватиметься вологозабезпеченість посівів зрошуваних томатів за умови одних і тих же норм зрошення.

Для виявлення зрошення на продуктивність томатів були виконані розрахунки продуктивності томатів при різних нормах зрошення за вегетаційний період: 2500 м<sup>3</sup>/га, 3500 м<sup>3</sup>/га, 4000 м<sup>3</sup>/га і 4500 м<sup>3</sup>/га за загальної кількості поливів 10 за вегетаційний період з нормою одного поливу відповідно 250, 350, 400, 450 м<sup>3</sup>/га. Після висаджування розсади у ґрунт упродовж першої декади відбувається приживання розсади, і прирости рослинної маси починаються тільки з другої декади. На початок розрахунків рослинна маса залежить від віку розсади і її якості і майже для усіх варіантів однакова. Як видно із рисунка, прирости рослинної маси суттєво наростають з третьої по дев'яту декаду включно. У подальшому норми зрошення спричиняють відмінності в наростанні сухої маси томатів. Найменші прирости спостерігаються при нормі зрошення за вегетаційний період (рис.) 2500 м<sup>3</sup>/га. За норми зрошення 3500 м<sup>3</sup>/га динаміка декадних приростів сухої маси повторює динаміку за норми зрошення 2500 м<sup>3</sup>/га, але значення їх вищі, особливо у другій половині вегетаційного періоду.

Без різких змін упродовж вегетаційного періоду плавно і поступово найвищі прирости сухої маси спостерігаються при нормі зрошенні 4000 м<sup>3</sup>/га.



**Рис. Динаміка приростів сухої маси кліматично забезпеченого урожаю томатів за умови різних норм зрошення: ряд 1 – 2500 м<sup>3</sup>/га, ряд 2 – 3500 м<sup>3</sup>/га, ряд 3 – 4000 м<sup>3</sup>/га, ряд 4 – 4500 м<sup>3</sup>/га**

Це свідчить про те, що в умовах потепління середня багаторічна норма зрошення 3500 м<sup>3</sup>/га недостатня для формування високої продуктивності томатів.

Якщо проаналізувати динаміку наростання сухої маси томатів при нормі зрошення 4500 м<sup>3</sup>/га, то можна сказати, що до шостої декади вегетаційного періоду прирости сухої маси майже збіглися з даними при нормі зрошення 4000 м<sup>3</sup>/га.

Потім прирости зменшуються і у восьму декаду вони навіть однакові з приростами при нормі зрошення 2500 м<sup>3</sup>/га. І тільки з одинадцятої декади вегетації прирости сухої маси трохи зростають, досягаючи значень приростів за умови норми зрошення 4000 м<sup>3</sup>/га. Це свідчить про те, що при нормі зрошення 4500 м<sup>3</sup>/га спостерігається перезволоження ґрунту. Кількість води у ґрунті перевищує значення найменшої вологомісткості і співвідношення сумарного випаровування до випаровуваності перевищує 1, а за даними [16, 19] оптимальним є співвідношення цих величин на рівні 0,8–0,9 відн. од. Зменшення приростів сухої маси призводить до зменшення врожаю плодів (табл. 3). Перезволоження несприятливо впливає на формування врожаю і сприяє розвитку захворювань плодів, їх загниванню, що погіршує їх якість.

## СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

### 3. Вплив норм зрошення на формування врожаю плодів томатів

Норми зрошення, м <sup>3</sup> /га	Сума температур вище 10 °С	Сумарне випаровування, мм	Випаровуваність, мм	Відношення $E_f/E_0$ , відн.од.	Урожай плодів, ц/га
2500	2988	492	645	0,76	325
3500	2988	579	668	0,87	425
4000	2988	643	710	0,91	515
4500	2988	668	710	0,94	458

#### Висновки

Виконана оцінка агрокліматичних ресурсів продуктивності території областей Південного Степу щодо вирощування томатів, яка включає: оцінку кліматично забезпеченого урожаю, оцінку ступеня сприятливості кліматичних умов та оцінку рівня використання агрокліматичних ресурсів. Встановлено, що в чотирьох областях Степової зони агрокліматичні умови вирощування томатів майже однакові. На підставі порівняння оцінок декадної динаміки показників агрометеорологічних умов вирощування томатів за два періоди 1 – з 1961 по 1995 рр., 2 – з 1996 по 2015 рр. і приростів сухої маси кліматично забезпеченого урожаю, встановлено, що в період потепління (1996–2015 рр) середні температури повітря впродовж вегетаційного періоду були вищими на 1,2–1,3 °С, особливо у другу половину вегетації, а опади були дещо нижчими, ніж середні багаторічні за період 1961–1995 рр. Підвищений температурний режим і добра вологозабезпеченість, яку забезпечувало зрошення, сприяли формуванню доброго врожаю як сухої маси, так і плодів томатів. Розрахунки продуктивності томатів за умови різних норм зрошення дали змогу встановити, що в умовах потепління підвищуються витрати води на сумарне випаровування і оптимальними нормами зрошення є норми 4000 м<sup>3</sup>/га. У разі підвищення норм зрошення до 4500 м<sup>3</sup>/га спостерігається перезволоження ґрунту, яке несприятливо впливає на формування врожаю і сприяє розвитку захворювань плодів, що погіршує їх якість. Це підтверджує висновок, що оптимальною нормою зрошення для томатів є норми, за яких спостерігається співвідношення сумарного випаровування до випаровуваності на рівні 0,8–0,9 відн. од.

*Перспективи подальших досліджень* полягають у вивченні впливу термінів поливів і їх кількості впродовж вегетаційного періоду томатів на їх продуктивність. Крім того, планується дослідження норм підживлення рослин при різних нормах зрошення.

#### References

- Biggs, T. (1986). *Ovoshchnye kul'tury (pereklad z angl.)* Moskva: «Mir» [In Russian].
- Bozhko, L. Yu. (2010). *Klimat i produktivnist ovochevih kultur v Ukraini*. Odesa: «Ekologiya» [In Ukrainian].
- Brezhnev, D. D. (1984). *Tomaty*. Leningrad: «Kolos» [In Russian].
- Vaneyan, S. S., & Men'shih, A. M. (2011). Razvitie orosheniya ovoshchnyh i bahchevyh kul'tur v razlichnyh pochvenno-klimaticheskikh zonah Rossii. V *sbornik nauchnyh trudov po ovoshchevodstvu i bahchevodstvu k 80 –letiyu so dnya osnovaniya GNF*. Ramenskoe: ООО Poligrafbiznes [In Russian].
- Vozhegova, R. A., & Bilyaeva, I. M. (2016). Aktual'ni problemi ta perspektivni napryami rozvitku zroshennya v Ukraini ta sviti v umovah zmin klimatu. *Tavrijs'kij naukovij visnik*, 95, 40–46 [In Ukrainian].
- Dmitrenko, V. P. (2010). *Pogoda, klimat i urozhaj pol'ovih kul'tur*. Kiyv: «Nika-Centr» [In Ukrainian].
- Zinchenko, Ye. V., & Krutko, R. V. (2018). Struktura koreliatsiinykh zviazkiv baklazhana za riznykh skhem rozmishchennia roslyn. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, (3), 102–105. doi: 10.31210/visnyk2018.03.14 [In Ukrainian].
- Ershova, V. D. (1978). *Vozdelyvanie tomatov v otkrytom grunte*. Kishinev: «SHTinicv» [In Russian].
- Karpenko, K. M., Gerasko, T. V., & Vdovenko, S. A. (2018). Growth and development of tomato varieties in the open field under the influence of biologics. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*, 100 (4), 68–73. doi:10.31521/2313-092x/2018-4(100)-10
- Stepanenko, S. M., & Pol'ovyy, A. M. (2018). *Klimatichni riziki funkcionuvannya galuzej ekonomiki Ukraini v umovah zmini*. Odesa: TES [In Ukrainian].

11. Kobilina, N., Lyuta, Yu., & Pogorelova, V. (2018). Sorti tomata selekcii Institutu zroshuvanogo zemlerobstva. *Visnik L'vivs'kogo Nacional'nogo Agrarnogo Universitetu. Seriya: Agronomiya*, 22 (1), 259–265 [In Ukrainian].
12. Lutko, A. A. (2003). *V mire ovoshchej*. Minsk: UP «Tekhnoproгноzy» [In Russian].
13. Panenko, I. D. (1972). *Vliyanie orosheniya na urozhaj ovoshchnyh kul'tur*. V kniga. «Ovoshchevodstvo Moldavii». Kishinev: «Kartya Moldovenyaske» [In Russian].
14. Pogorelova, V. O., & Kosenko, N. P. (2018). Urozhajnist' plodiv i nasinnya tomata za kraplinnogo zroshennya na Pivdni Ukraini. *Tavrijs'kij Naukovij visnik*, 104, 86–92 [In Ukrainian].
15. Pol'ovyy, A. M. (2007). *Modelyuvannya gidrometeorologichnogo rezhimu ta produktivnosti agroekosistem*. Kyiv: KNT [In Ukrainian].
16. Tooming, H. G. (1984). *Ekologicheskie principy maksimalnoj produktivnosti posevov*. Leningrad: Gidrometeoizdat [In Russian].
17. Ushkarenko, V. O., Minkin, M. V., & Berdnikova, O. G. (2018). Formuvannya produktivnosti gibrida tomata SKHD-277 zalezno vid mineral'nogo zhivlennya v umovah zroshennya Pivdnya Ukraini. *Tavrijs'kij Naukovij Visnik: Sil's'kogospodars'ki Nauki*, 100 (2), 105–111 [In Ukrainian].
18. Ushkarenko, V. O., Shepel', A. V., & Pucenko, D. V. (2007). Vpliv elementiv tekhnologii viroshchuvannya na vrozhajnist' plodiv tomativ posivnih v zroshuvanih umovah pivdnya Ukraini. *Zbirnik Naukovih Prac' Umans'kogo HDAU*, 195–199 [In Ukrainian].
19. Ushkarenko, V. O., & Pucenko, D. V. (2007). Ekonomichna efektyvnist' viroshchuvannya posivnih tomativ u zroshuvanih umovah pivdnya Ukraini. *Tavrijs'kij Naukovij Visnik*, 53, 10–15 [In Ukrainian].
20. Ushkarenko, V. O., Shepel', A. V., & Pucenko, D. V. (2007). Efektyvnist' vikoristannya vologi posivnimi tomatami v zroshuvanih umovah pivdnya Ukraini. *Tavrijs'kij Naukovij Visnik*, 52, 3–7 [In Ukrainian].
21. Haritonov, M. M., Lazareva, O. M., & Lemishko, S. M. (2015). Ekologichna ocinka variabel'nosti vmistu nitrativ u ovochevih ta plodovo-yagidnih kul'turah u Dnipropetrovs'kij oblasti. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 3, 29–31 [In Ukrainian].
22. Shtojko, D. A. (1986). *Rezhim orosheniya sel's'kohozyajstvennyh kul'tur*. V sbornik. *Oroshaemoe zemledelie*. Kiev: «Urozhaj» [In Russian].
23. Butterfield, R. E., & Morison, J. I. L. (1992). Modelling the impact of climatic warming on winter cereal development. *Agricultural and Forest Meteorology*, 62 (3–4), 241–261. doi:10.1016/0168-1923(92)90017-x
24. Cherhilfewski, F. M., & Lieth. (1992). Der Einfluss von Klimaschwankungen auf die Kornertrage des Winterroggen in Halle von 1901 bis 1980. *Naturists*, 41 (2), 55–67.
25. Chou, T.-Y., & Ritchie, J.T. (1991). *Impact of global climate change on the maize production in US Amer*. Madison Meet.
26. Heuvelink, E. (Ed.). (2005). *Tomatoes (Crop Production Science in Horticulture)*. USA: CABI Publishing, 340.
27. Chipomho, J., Mtali-Chafadza, L., Masuka, B. P., Murwir, M., Chabata, I., Chipomho, C., & Msindo, B. (2018). Organic soil amendments: implications on fresh tomato (*Solanum Lycopesicum*) yield, weed density and biomass. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 28 (3), 845–853.
28. Etissa, E., Dechassa, N., Alamirew, T., Alemayehu, Y., & Desalegn, L. (2013). Growth and yield components of tomato as influenced by nitrogen and phosphorus fertilizer applications in different growing seasons. *Ethiopian Journal of Agricultural Sciences*, 23, 57–77.

**Стаття надійшла до редакції 22.02.2021 р.**

**Бібліографічний опис для цитування:**

Польовий А. М., Божко Л. Ю., Барсукова О. А., Толмачова А. В. Агроекологічна оцінка продуктивності зрошуваних томатів в умовах потепління. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 141–148.

© Польовий Анатолій Миколайович, Божко Людмила Юхимівна,  
Барсукова Олена Анатоліївна, Толмачова Алла Вікторівна, 2021