



original article | UDC 635:551.582 | doi: 10.31210/visnyk2022.01.03



THE INFLUENCE OF CLIMATE WARMING ON THE PRODUCTIVITY OF EGGPLANT
AND SWEET PEPPER IN THE STEPPE ZONE OF UKRAINE

A. M. Polevoy

L. E. Bozhko

E. A. Barsukova*

T. K. Kostyukievych

ORCID  [0000-0002-0049-7024](https://orcid.org/0000-0002-0049-7024)ORCID  [0000-0002-1485-4707](https://orcid.org/0000-0002-1485-4707)ORCID  [0000-0002-9054-142X](https://orcid.org/0000-0002-9054-142X)ORCID  [0000-0002-1952-8839](https://orcid.org/0000-0002-1952-8839)

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

*Corresponding author

E-mail: lena5933@ukr.net

How to Cite

Polyovyi, A., Bozhko, L., Barsukova, O., & Kostyukievych, T. (2022). The influence of climate warming on the productivity of eggplant and sweet pepper in the Steppe zone of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 29–37. doi: 10.31210/visnyk2022.01.03

Article presents the results of the research of the impact of the environment on the productivity of heat- and moisture-loving vegetable crops of eggplant and sweet pepper. Research used observational data on the development of eggplant and sweet pepper, averaged over regions in the Steppe zone of Ukraine, as well as meteorological elements for the period from 1995 to 2018 and calculated according to the climate change scenario RCP 8.5 for the period up to 2050. It is determined that by 2018, air temperature in the steppe zone of Ukraine increased by 1.2–1.3 °C depending on the territory. This global warming facilitated the increase in sum of temperatures during the growing season of eggplant and sweet peppers, as well as increase in the heat supply during growing season, which allowed to expand the production area of late-maturing and more high-yielding varieties of eggplant and sweet peppers. Besides that, increase of heat supply will extend the northern border of production of heat-loving crops to the central regions of the Forest-Steppe zone of Ukraine. The amount of precipitation during the summer period decreased to 80 % of the long-term average. The average long-term irrigation rate was 3600 m³/ha. Thus, as the amount of precipitation decreased, the inflow of moisture into the soil decreased as well. The increase of air temperature and the decrease of the amount of precipitation combined with the average rate of irrigation led to an increase in evaporation and total evaporation, which, in turn, led to an increase in the evaporation deficit and deterioration of wet conditions for plants. In such conditions heat and moisture supply, as well as crop productivity, decreases, especially during the second half of the growing season. Estimates for the period up to 2050 under the climate change scenario indicate that global warming will continue. The sum of temperatures will increase by 150–180 °C, the amount of precipitation will decrease. This in turn will increase total evaporation, plant moisture consumption and evaporation deficit. Thus, with a constant rate of irrigation, the moisture content of plants will decrease. Increase of irrigation rates will help to increase crop productivity. Calculations of crop productivity at irrigation rates up to 4000 m³/ha showed that the productivity of eggplant and sweet pepper will increase. Therefore, irrigation rates must be adjusted according to crop requirements for wet conditions.

Key words: eggplant, sweet pepper, heat supply, moisture supply, moisture deficit, irrigation rates, climate change.

ВПЛИВ ПОТЕПЛІННЯ КЛІМАТУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ БАКЛАЖАНА І СОЛОДКОГО ПЕРЦЮ В СТЕПОВІЙ ЗОНІ УКРАЇНИ

А. М. Польовий, Л. Ю. Божко, О. А. Барсукова, Т. К. Костюкевич

Одеський державний екологічний університет, м. Одеса, Україна

В статті викладаються результати досліджень впливу навколишнього середовища на продуктивність тепло і вологолюбних овочевих культур баклажана і солодкого перцю. Для досліджень використовувались матеріали середніх по областях Степової зони України даних спостережень за розвитком баклажана і солодкого перцю, і метеорологічними елементами за період з 1995 по 2018 рр. та розрахованими за сценарієм зміни клімату RCP8.5 на період до 2050 рр. Встановлено, що температура повітря підвищилась в Степовій зоні України в залежності від території до 2018 року на 1,2–1,3 °С. Таке потепління клімату сприяло підвищенню сум температур за вегетаційний період баклажана і солодкого перцю і підвищенню тепло забезпеченості вегетаційного періоду, що дає змогу розширити виробничі площі вирощування пізньостиглих більш високоврожайних сортів баклажана і солодкого перцю. Крім того, підвищення теплозабезпеченості сприятиме просуванню північної межі виробничого вирощування теплолюбних культур до центральних районів Лісостепової зони України. Сума опадів за літній період зменшилась до 80 % від середньої багаторічної. Середня багаторічна норма зрошення становила 3600 м³/га. Отже зі зменшенням сум опадів зменшилось надходження вологи в ґрунт. Підвищення температури повітря і зменшення суми опадів за середньої норми зрошення призвело до збільшення випаровуваності і сумарного випаровування, що спричинило підвищення дефіциту випаровування і погіршення умов волого забезпечення рослин. В таких умовах тепло та волого забезпечення продуктивність культур зменшується особливо в другу половину вегетаційного періоду. Розрахунки на період до 2050 року за сценарієм зміни клімату свідчать, що потепління клімату буде продовжуватись. Суми температур ще підвищаться на 150–180 °С, сума опадів зменшуватиметься. Це в свою чергу ще буде підвищувати сумарне випаровування, вологопотребу рослин і дефіцит випаровування. Отже, за незмінної норми зрошення вологозабезпеченість рослин ще зменшуватиметься. Підвищенню продуктивності культур сприятиме збільшення зрошувальних норм. Розрахунки продуктивності культур при зрошувальних нормах до 4000 м³/га показали, що продуктивність баклажана і солодкого перцю зростатиме. Тому зрошувальні норми необхідно корегувати згідно з вимогами культур до умов волого забезпечення.

Ключові слова: баклажан, солодкий перець, теплозабезпеченість, вологозабезпеченість, дефіцит вологи, норми зрошення, зміна клімату.

Вступ

Перець і баклажан — рослини тропічних широт, тобто рослини короткого дня, які вимагають високої інтенсивності освітлення до того ж дуже теплолюбні та вологолюбні. Вони потрапили із Америки на тихоокеанські острови, в Африку, Азію і набули значного поширення в Японії, Корей, Китаї, Індії. В Україну культури поширились із з Азії наприкінці XVI століття. Посіви баклажана і солодкого перцю зустрічаються по всій території України, але виробничі площі зосереджені переважно в Степовій зоні України та на невеликих площах в південних районах Лісостепової зони. Виробничі площі під баклажаном та солодким перцем зосереджені південніше лінії Чернівці - Знам'янка - Ізюм [1].

Харчове значення овочів визначається високим вмістом вуглеводів, органічних кислот, вітамінів, ароматичних і мінеральних речовин. У складі сухих речовин цих культур вміщується майже половина легко засвоюваного цукру (фруктоза, глюкоза). Крім того, плоди вміщують клітковину, пектини, геміцелюлоз, азотисті речовини, органічні кислоти, вітаміни та мінеральні солі. В плодах солодкого перцю виключно велику цінність представляє високий вміст вітамінів. За вмістом вітаміну С перець перевищує всі овочі [2].

Зростання попиту на плоди баклажана та солодкого перцю вимушує овочівників шукати шляхи підвищення врожаїв плодів та їх якості. Всі дослідження баклажана і солодкого перцю можна розділити на декілька тематичних груп, серед яких найбільш чисельною буде група праць, які присвячені способам підвищення споживних якостей плодів, збільшенню товщини стінок плодів,

зменшення ризиків пошкодження хворобами та шкідниками, забезпечення ефективних методів збереження овочів, методам вирощування овочів у закритому та відкритому ґрунті [1–3]. Велика увага приділяється засобам вирощування розсади, строкам її висадки у ґрунт, визначенню оптимальних засобів висаджування розсади у полі, формування площі живлення кожної рослини, визначення оптимальної густоти посівів. За звичай розсаду цих вимогливих культур розміщують на родючих легкосуглинкових і супіщаних ґрунтах з високим вмістом органічної речовини [4, 5]. Рослини баклажанів та солодкого перцю дуже трудомісткі і вибагливі до умов забезпечення світлом, теплом та вологою. Тому багато досліджень присвячено визначенню оптимальних умов освітлення, оптимальних температурних меж та оптимальної вологозабезпеченості [6–8]. Крім того висвітлюються питання впливу умов навколишнього середовища на ріст, розвиток формування врожаїв [9, 10]. Встановлено, що оптимальна температура для розвитку баклажана і солодкого перцю коливається в межах 25–28 °С. Цвітіння, запліднення, формування плодів та їх дозрівання при середній температурі 17 °С відбувається дуже повільно. Встановлено, що впродовж вегетаційного періоду баклажана і солодкого перцю існує критичний період по відношенню до температури повітря, він триває від початку утворення репродуктивних органів і продовжується до масового цвітіння, що в середньому становить 40 днів [10]. За недостатньої вологозабезпеченості в будь який період розвитку обидві культури жовтіють і гинуть. Оптимальною вологістю ґрунту для баклажана і солодкого перцю є вологість – 75...80 % найменшої волого місткості (НВ) [11, 12].

В степовій зоні України вологолюбні культури вирощуються із застосуванням зрошення. Режим зрошення культур та засоби, строки і норми живлення характеризуються в працях [13–15].

Кінець минулого і вже два десятиріччя поточного століття спостерігається потепління клімату. Як відзначають кліматологи потепління в останні роки стало інтенсивнішим [16, 17]. Останні п'ять років були дуже жаркими, що свідчить про прискорення кліматичних змін. Основною причиною змін клімату вважається парниковий ефект, який на жаль не зменшується а підсилюється [18]. Наслідками кліматичних змін стали зміни частоти та інтенсивності кліматичних аномалій таких як сильні зливи та шквали, що зумовлюються чергуванням азійської перегрітої повітряної маси з атлантичною вологою масою, яка дуже насичена вологою і спричиняє сильні зливи. Такі явища зумовлюють значну зміну агрокліматичних умов росту, розвитку та формування продуктивності сільськогосподарських культур. Зміни агрокліматичних умов вирощування сільськогосподарських культур, які вже відбулися і будуть продовжуватись в майбутньому суттєво впливатимуть на всі галузі економіки України. Враховуючи інерційний характер сільського господарства та залежність його ефективності від погодних умов, уже зараз необхідне прийняття своєчасних та адекватних рішень щодо складних проблем, зумовлених змінами клімату [20, 21, 23].

Мета дослідження полягає в оцінці продуктивності баклажана і солодкого перцю в умовах потепління клімату в Степовій зоні України і можливих її змін на період до 2050 року.

Матеріали і методи досліджень

Для дослідження використовувались середні багаторічні матеріали спостережень за продуктивністю баклажана і солодкого перцю середньостиглих сортів та метеорологічними елементами по областях Степової зони України за період з 1996 по 2018 рр. та розрахунках зміни кліматичних складових на період до 2050 року.

Для обробки матеріалів спостережень використовувались стандартні статистичні програми. Для розрахунків кліматичних складових на період до 2050 року використовувався сценарій зміни клімату RCP8.5 [19, 20].

Оцінки можливих величин агроекологічних врожаїв сільськогосподарських культур виконувались за розрахунками за математичною моделлю А. М. Польового [21, 22], основу якої становить положення Х. Г. Тоомінга про еталонні врожаї [23]. За співвідношенням величин агроекологічних врожаїв розраховувались такі агрокліматичні оцінки: ступінь сприятливості метеорологічних умов вирощування культури; ступінь сприятливості ґрунтових умов; ступінь ефективності використання агрокліматичних ресурсів; ступінь реалізації агроекологічного потенціалу території.

Результати дослідження та їх обговорення

Баклажан та солодкий перець відзначаються підвищеними вимогами до умов освітлення, тепло і волого забезпечення [1, 3, 7]. У Степовій зоні України вирощується тільки на зрошуваних полях.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Дослідження виконувались для середньостиглих і пізньостиглих сортів культур. Найвищі середні урожаї культур спостерігаються в Одеській, Миколаївській, Херсонській, Запорізькій, Донецькій областях. На родючих землях заплав річок урожаї на окремих полях досягають до 600 ц/га. Змінюються урожаї як по території, так і в часі. Аналіз тенденції зміни урожаїв баклажана і солодкого перцю шляхом порівняння ліній трендів показав, що за досліджуваний період тренд урожайності зростає. В різних районах приріст врожаїв за трном нерівномірний. Найбільшим він виявився в Одеській, Херсонській та Миколаївській областях (42–65 %).

Урожайність сільськогосподарських культур залежить від комплексу факторів та їх співвідношення [5, 11, 31]. Середні значення співвідношення факторів продуктивності баклажана і солодкого перцю по між фазних періодах розвитку представлені в (табл. 1). За співвідношенням факторів можна відзначити, що найвищі вимоги до освітлення та волого забезпечення спостерігаються в період від цвітіння до технічної стиглості; до тепла – в період від бутонізації до зав'язування плодів [8, 9]. Для виявлення впливу факторів навколишнього середовища на формування врожаїв овочів були розраховані статистичні залежності врожаїв баклажана і солодкого перцю від різних показників метеорологічних величин за різні відрізки вегетаційного періоду: кількості годин сонячного саява, суми температур вище 15 °С за критичний період, сум температур за період плодоносіння, сум температур та сумарного випаровування за вегетаційний період. Статистичні рівняння і коефіцієнти кореляції представлені в (табл. 2).

1. Середні кількісні значення основних факторів продуктивності баклажана і солодкого перцю в Степовій зоні України

Фактори продуктивності	Аналітичний вираз	Між фазні періоди розвитку			
		висаджування розсади – цвітіння	цвітіння – зав'язування плодів	зав'язування плодів – технічна стиглість	висаджування розсади – технічна стиглість
Коефіцієнт тепло-забезпечення	$\sum t_{\phi} / \sum t_{\text{ср}}$	1,03	0,89	2,1	1,04
Коефіцієнт волого-забезпечення	E/E_0	0,83	0,70	1,52	0,75
Індекс використання тепла	$\sum t / Y_c$	21,2	51,3	21,7	35,9
Індекс використання вологи (на 1°C)	$\sum P / \sum t$	2,3	3,2	4,1	2,3
Коефіцієнт водоспоживання	$\sum P / Y$	148	182	128	125
Коефіцієнт енергозабезпечення	$\sum Q / \sum Q_{\text{ср}}$	1,13	0,83	1,86	0,97

Примітки: $\sum t$ – сума активних температур, °С; E – сумарне водоспоживання культур, мм; E_0 – випаровуваність, мм; Y – урожай, ц/га; $\sum P$ – сума опадів плюс поливи, мм; $\sum Q$ – сумарна сонячна радіація, Дж/(м² · год); $\sum Q_c$ – сума ФАР, Дж/(м² · год).

Майже всі залежності характеризуються високим значенням коефіцієнтів кореляції, що дає можливість стверджувати що баклажан і солодкий перець впродовж всього вегетаційного періоду вимогливі до умов світло, тепло та волого забезпечення, а особливо в період утворення репродуктивних органів [7, 14].

Баклажан і солодкий перець в посушливій Степовій зоні України вирощуються тільки на зрошуваних полях. Норми зрошення за досліджуваний період в залежності від кількості опадів і волого потреби рослин коливались від 3000 до 3600 м³/га. Кількість поливів за вегетаційний період коливалась від 5 до 9. За даними [15, 24, 26] рослини краще відгукуються на більшу кількість поливів але меншими нормами ніж на більші норми, але рідші поливи. Це пояснюється тим, що коріння рослин баклажана і солодкого перцю в основному розташовується у верхньому шарі ґрунту (до 40–60 см). В залежності від погодних умов для культур краще поливати їх нормами для промочування шару ґрунту, в якому розповсюджується коріння, а поливи великими нормами зумовлюють

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

збільшення витрат зрошуваної води на непродуктивний стік та промочування шару ґрунту на глибину до 1 м, де коріння баклажана і солодкого перцю практично відсутнє [13, 15]. Порівняння величин врожаїв з однаковими нормами зрошення за період вегетації але з різною кількістю поливів з різними нормами одного поливу підтвердили, що краще поливати частіш з меншими нормами одного поливу, ніж рідше з більшими нормами поливу. Так урожай баклажана за загальної норми зрошення 3600 м³/га і дев'яти поливах становив 360 ц/га, а при п'яти поливах 159 ц/га.

2. Рівняння статистичних залежностей врожаїв баклажана і солодкого перцю від різних показників

Показники і період розвитку	Рівняння зв'язку	Коефіцієнт кореляції	Кількість випадків
Баклажан			
Сума температур за критичний період, °С ($\sum T_{кр}$)	$Y = 1,28\sum T_{кр} - 0,77$	0,77	87
Сума температур за період плодоносіння, °С ($\sum T_{пп}$)	$Y = 0,74\sum T_{пп} - 119,8$	0,76	87
Кількість годин сонячного сяйва (п)	$Y = 2,36 п - 58,2$	0,65	42
Сумарне випаровування за вегетаційний період, мм (Еф)	$Y = 0,57Еф + 461,3$	0,66	84
Солодкий перець			
Сума температур за критичний період, °С ($\sum T_{кр}$)	$Y = 1,83\sum T_{кр} + 191$	0,68	92
Сума температур за період плодоносіння, °С ($\sum T_{пп}$)	$Y = 0,56\sum T_{пп} + 93,71$	0,67	88
Сума температур за період вегетації, °С ($\sum T_{вп}$)	$Y = 1,86\sum T_{вп} - 589,2$	0,85	96
Сумарне випаровування за вегетаційний період, мм (Еф)	$Y = 2,78Еф - 1281$	0,85	79

Окрім досліджень продуктивності баклажана і солодкого перцю в умовах потепління за період 1995–2018 рр. виконувались розрахунки впливу подальших змін клімату на формування врожаїв на період до 2050 рр. Аналіз тенденцій зміни клімату виконувався шляхом порівняння даних, розрахованих за кліматичним сценарієм RCP8.5 і середніх даних за період 1995–2018 рр. Порівняння показників за період з 1995 по 2018 рр. рівний з показниками, розрахованими за сценарієм показало, що дати переходу температури повітря через 15 °С навесні (висаджування розсади) і через 10 °С восени (припинення вегетації) співпадають і обидва періоди [18, 19, 24]. При цьому співпадають і тривалість вегетаційного періоду в цілому. При цьому зростає сума активних температур в розрахунковий період на 140 °С, зменшуватиметься сума опадів (становитиме 90 % від середньої за перший період) підвищуватиметься випаровуваність та сумарне випаровування відповідно на 55 та 52 мм, що призведе до зменшення забезпеченості рослин вологою.

Досліджувався також вплив очікуваних умов навколишнього середовища на продуктивність баклажана і солодкого перцю. Як відзначається в дослідженнях Х. Г. Тоомінга забезпечення рослин світлом, вологою, теплом та мінеральним живленням сприяє формуванню чотирьох рівнів екологічних врожаїв: потенційних, метеорологічної можливих, дійсно можливих та урожаїв у виробництві [23]. Для прикладу розрахунки щодо формування продуктивності солодкого перцю за зміни клімату наведені для Миколаївської області (табл. 3).

Надходження фотосинтетично активної радіації (ФАР) забезпечує приріст потенційного врожаю (ПВ). Найбільші прирости сухої маси ПВ солодкого перцю будуть спостерігатися з третьої по восьму декади і коливатимуться в межах 295–425 г/м².

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

3. Радіаційно-температурні показники формування приростів різних категорій врожайів солодкого перцю в Миколаївській області

Декади вегетації	ФАР, кал/м ² хв.	Температура повітря, °С			Урожай сухої маси, г/м ²			
		Т _{ср}	ТОР1	ТОР2	ПВ	ММВ	ДМВ	УВ
1	0,275	17,7	18,0	24,8	295	142,5	94,7	60
2	0,281	18,8	18,9	25,8	300	196,5	129,6	74,5
3	0,293	19,7	19,6	26,7	305	212	141	80
4	0,298	20,3	20,7	27,8	374	223	147	83,5
5	0,305	20,6	21,6	28,9	305	250	166	93
6	0,315	22,0	21,6	28,8	393	257	170,2	95,3
7	0,320	22,1	21,7	28,8	395	278	183	103
8	0,345	22,6	21,3	28,1	425	235	155	90
9	0,325	21,6	20,4	27,8	350	224	143	80
10	0,325	20,7	19,8	26,9	310	201	133	76
11	0,325	19,3	18,1	25,8	275	152	106	59
12	0,285	17,3	17,3	25,1	225	102	75	44
13	0,275	14,9	17,0	24,8	250	56,6	43,8	37
14	0,269	14,0	16,9	24,5	225	44,6	35,4	29
15	0,246	12,9	16,0	23,3	201	40,4	29,4	26

Середня за декаду температура повітря окрім з другої до дванадцятої декади вегетації не виходить за межі температурного оптимуму фотосинтезу. І тільки в останні чотири декади вегетації середня температура повітря має значення нижчі нижньої межі температурного оптимуму фотосинтезу.

На рис. 1 представлена динаміка показників водного режиму, яка очікуватиметься за сценарієм зміни клімату RCP8.5 на період до 2050 року. Значення випаровуваності (E_o) і сумарного випаровування (E_ϕ) найвищі в момент накопичення максимальної маси рослин, що співпадає з початком періоду утворення репродуктивних органів до масового плодоношення – з четвертої до дев'ятої декади вегетаційного періоду. Після першого збору плодів значення цих величин кількісно зменшуються.

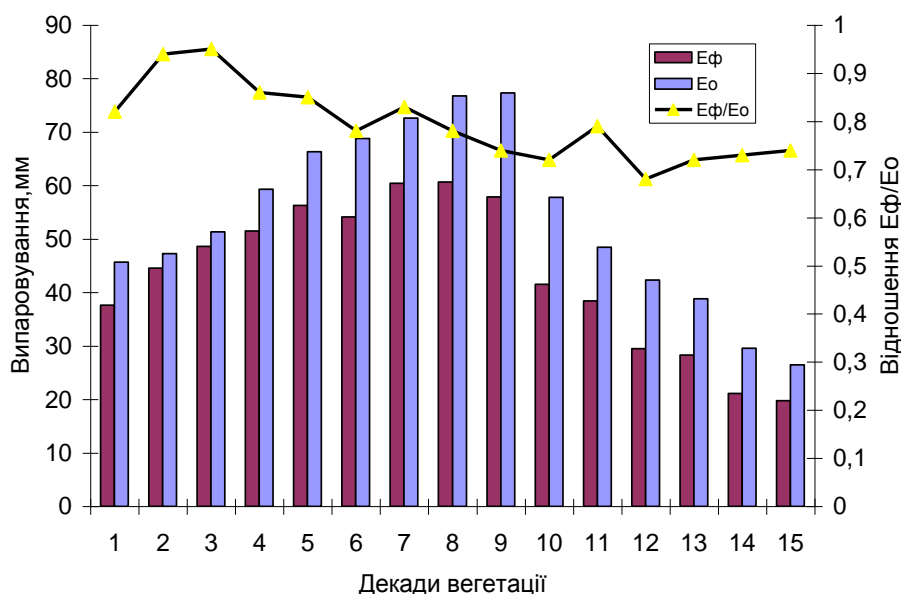


Рис. 1. Декадний хід водного режиму поля солодкого перцю в Миколаївській області:
 E_o – випаровуваність, E_ϕ – сумарне випаровування; E_ϕ/E_o – відношення E_ϕ/E_o

Крива відношення E_ϕ/E_o впродовж вегетаційного періоду буде коливатись від 0,68 до 0,93 відн. од. Починаючи з шостої декади вегетаційного періоду вологозабезпеченість рослин погіршується і

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

коливається до кінця вегетації в межах від 0,65 до 0,74 відн. од. Що за даними [10, 15] недостатньо як для солодкого перцю так і для баклажана, для яких оптимальною є вологозабезпеченість на рівні 0,80–0,85 відн. од.

Для виявлення впливу норм зрошення на продуктивність солодкого перцю на період до 2050 року за моделлю була розрахована таблиця можливої продуктивності за норми зрошення 4000 м³/га (табл. 4). Порівняння даних табл. 3 та 4 свідчить про значне підвищення продуктивності рослин при потеплінні за збільшення норми зрошення.

4. Продуктивність солодкого перцю за норми зрошення за вегетаційний період 4000м³/га

Декади вегетації	Урожаї сухої маси (г/м ²)			
	ПУ	ММУ	ДВУ	УВ
1	436,7	350,5	224,1	96,1
2	496,4	471,3	301,8	129,3
3	555,9	548,5	351,0	150,4
4	546,4	546,2	349,6	149,8
5	549,1	549,1	351,5	150,5
6	549,4	549,4	351,3	150,6
7	593,8	593,8	380,0	162,8
8	588,3	588,3	376,5	161,3
9	636,6	636,6	407,2	174,4
10	535,9	524,8	335,9	143,9
11	517,9	493,3	315,5	135,2
12	542,8	492,1	314,9	134,9
13	386,9	338,8	216,2	92,9
14	353,3	302,6	193,7	83,0

Розроблена комплексна таблиця узагальнених характеристик за обидва періоди: 1995–2018 рр. і 2021–2050 рр. (табл. 5). Як видно із табл. 7 на період до 2050 року очікуватиметься підвищення тепло забезпечення овочевих, але зменшення суми опадів в літній період до 80 % від норми що спричинить погіршення волого забезпечення за норми зрошення 3600 м³/га, а це впливатиме на формування продуктивності рослин.

5. Порівняння середніх багаторічних узагальнених характеристики агрокліматичних умов вирощування солодкого перцю з розрахованими при зміні клімату за сценарієм RCP8.5

№ з/п	Загальні показники за період вегетації	Значення характеристик	
		середні за період 1995–2018 рр.	при зміні клімату до 2050 р.
1	Сума активних температур, °С	3014	3244
2	Сума ФАР, (ккал/см ² за вегетаційний період)	39,4	46,7
3	Тривалість вегетаційного періоду (доба)	142	183
4	Сума опадів, + поливи, мм	637	543
5	Потреба рослин у воді, мм	701	756
7	Сумарне випаровування, мм	581	636
8	Дефіцит вологи за вегетаційний період, мм	120	120
9	ПВ плодів, ц/га	508	532
10	ММВ плодів, ц/га	448	489
11	ДМВ плодів, ц/га	416	432
12	УВ плодів, ц/га	282	292
13	Оцінка ступеня сприятливості кліматичних умов (K_m), відн.од.	0,891	0,922
14	Оцінка рівня використання агрокліматичних ресурсів(K_c),	0,353	0,356
15	Оцінка господарського використання ґрунтових та метеорологічних умов ($K_{арро}$)	0,562	0,562

Такі ж розрахунки виконані і для баклажана, що дозволило встановити, що за сценарієм рівні екологічних урожаїв плодів баклажанів очікуватимуться: ПУ – 508 ц/га, ММВ – 449 ц/га, ДМВ – 416 ц/га, УВ – 182 ц/га. Середній урожай плодів баклажанів становитиме 550 ц/га.

Висновки

1. Дослідження показали, що за період з 1995 по 2018 рр. температура повітря підвищилась в Степовій зоні України на 1,2–1,3 °С. Це сприяло підвищенню сум температур за вегетаційний період баклажана і солодкого перцю і підвищенню їх тепло забезпеченості. Підвищення теплозабезпеченості дозволить поширити вирощування пізньостиглих більш високоврожайних сортів баклажана і солодкого перцю. Крім того, воно сприятиме просуванню північної межі вирощування теплолюбних культур до центральних районів Лісостепової зони України.

2. Підвищення температури спричинило підвищення витрат води на сумарне випаровування. Дотримання зрошувальної норми 3600 м³/га і зменшення кількості опадів влітку спричинило погіршення вологозабезпеченості посівів, що призвело до зменшення урожаїв плодів.

3. Розрахунки на період до 2050 року за сценарієм зміни клімату свідчать, що потепління клімату буде продовжуватись. Суми температур ще підвищаться на 150–180 °С. Що в свою чергу збільшить сумарне випаровування, волого потребу рослин і дефіцит випаровування. Це призведе до необхідності підвищення зрошувальних норм. Розрахунки продуктивності культур при зрошувальних нормах до 4000 м³/га показали, що зрошувальні норми необхідно корегувати згідно зі станом природного середовища.

Такі дослідження дадуть змогу працівникам сільськогосподарської галузі підвищувати врожайність рослин, розширювати асортимент шляхом поширення виробничих площ у північні райони країни, вирощувати овочі різного ступеню стиглості, поліпшувати якість плодів, ефективно використовувати поливні і заплавні землі, удосконалювати методи, техніку і норми поливів, створювати спеціалізовані зони для вирощування овочів, тощо.

References

1. Filov, A. I. (1956). *Percy i baklazhany*. Moskva: Rosselhozizdat [In Russian].
2. Grekova, N. V., Lazaryeva, O. M., Lyubovich, O. A., Onoprienko, D. M., & Shemavnov, V. I. (2010). *Ovochivnictvo vidkritogo gruntu*. Navchalnij posibnik. Lviv: Vidavnictvo «Magnoliya» [In Ukrainian].
3. Tarakanov, G. I., Muhin, V. D., & Shuin, K. A. (2003). *Ovoshevodstvo*. Moskva: Kolos [In Russian].
4. Zemskova, Yu. K., Lyalina, E. V., Baradacheva, V. M., Ruzhejnikova, N. M., & Suminova, N. B. (2008). *Puti povysheniya produktivnosti ovoshnyh kultur (tomat, dajkon, loba, redis i pryano-vkusovye kultury)*. Rekomendacii proizvodstvu. Saratov: FGOU VPO «Saratovskij GAU im. N. I. Vavilova» [In Russian].
5. Litvinov, S. S. (2012). *Nauchnye osnovy sovremennogo ovoshevodstva*. Moskva: Rosselhozakademiya [In Russian].
6. Zemskova, Yu. K., Baskova, N. A., Bepalova, I. S., Flyazhenkov, A. V., & Savchenko, A. V. (2011). *Ovoshevodstvo: Metodicheskoe posobi*. Saratov: KUBiK» [In Russian].
7. Zaginajlo, N. N. (1972). Percy. In: Ershova, A. A., & Zhuchenko, A. A. (Red.). *Ovoshevodstvo Moldavii* (s. 269–288). Kishinev: «Kartya Moldovenyaske» [In Russian].
8. Mamedov, M. I. (2015). *Ovoshevodstvo v mire: proizvodstvo osnovnyh ovoshnyh kultur, tendencii razvitiya za 1993–2013 gody po dannym FAO. Ovoshi Rossii*, 2 (27), 3–9. [In Russian].
9. Bozhko, L. E. (2006). Agrometeorologicheskie usloviya i produktivnost ovoshnyh kultur v Ukraine. *Ukrayinskij Gidrometeorologichnij Zhurnal*, 1, 119–127. [In Russian].
10. Bozhko, L. Yu. (2007). Vpliv agrometeorologichnih umov na fotosintetichnu produktivnist ovochevih kultur. *Visnik Odeskogo derzhavnogo ekologichnogo universitetu*, 4, 10–21. [In Ukrainian].
11. Bozhko, L. Yu. (2010). *Klimat i produktivnist ovochevih kultur v Ukraini*. Odesa: «Ekologiya» [In Ukrainian].
12. Dmitrenko, V. P. (2010). *Pogoda, klimat i urozhaj polovih kultur*. Kiyiv: «Nika-Centr» [In Ukrainian].
13. Kruzhilin, A. S. (1975). Vyrashivanie ovoshnyh kultur i kartofelya pri oroshenii. Moskva: Rosselhozizdat [In Ukrainian].
14. Tkalova, E. I. (1972). Udobrenie ovoshnyh kultur. In: Ershova, A. A., & Zhuchenko, A. A. (Red.). *Ovoshevodstvo Moldavii* (s. 48–78). Kishinev: «Kartya Moldovenyaske» [In Russian].

- 15 Panenko, I. D. (1972). Vliyanie orosheniya na urozhaj ovoshnyh kultur. In: Ershova, A. A., & Zhuchenko, A. A. (Red.). *Ovoshevodstvo Moldavii* (s. 81–123). Kishinev: «Kartya Moldovenyaskе» [In Russian].
- 16 Stepanenko, S. M., & Polovij, A. M. (2018). *Klimatichni riziki funkcionuvannya galuzej ekonomiki Ukrayini v umovah zmin klimatu*. Odesa: TES [In Ukrainian].
17. Grebenyuk, N., Korzh, T., & Yacenko, A. (2002). Nove pro zminu globalnogo ta regionalnogo klimatu v Ukrayini na pochatku XXI st. *Vodne Gospodarstvo Ukrayini*, 5-6, 56–62. [In Ukrainian].
18. Kotlyakov, V. M. (2000). Globalnye i regionalnye izmeneniya klimata i ih prirodnye i socialno-ekonomicheskie posledstviya. Moskva: «Geos» [In Russian].
19. Krakovska, S. V., Palamarchuk, L. V., Shedemenko, I. P., Dyukel, G. O., & Gnatyuk, N. V. (2011). Modeli zagalnoyi cirkulyaciyi atmosferi ta okeaniv u prognozuvanni zmin regionalnogo klimatu Ukrayini v XXI st. *Geofizicheskij Zhurnal*, 6 (33), 68–81. [In Ukrainian].
20. Semenova, S. M. (2012). *Metody ocenki posledstvij izmeneniya klimata dlya fizicheskikh i biologicheskikh sistem*. Moskva [In Russian].
21. Polovij, A. M. (2009). Modelyuvannya vplivu pidvishennya koncentraciyi SO₂ v atmosferi na fotosintez zelenogo listka. *Ukrayinskij Hidrometeorologichnij Zhurnal*, 4, 46–56. [In Ukrainian].
22. Polevoj, A. N. (2004). Bazovaya model ocenki agroklimaticheskikh resursov formirovaniya produktivnosti selskochozjaystvennyh kultur. *Meteorologiya, Klimatologiya i Hidrologiya*, 48, 195–205. [In Ukrainian].
23. Tooming, H. G. (1984). *Ekologicheskie principy maksimalnoj produktivnosti posevov*. Leningrad: Hidrometeoizdat [In Russian].
24. Han, H., Li, Z., Ning, T., Zhang, X., Shan, Y., & Bai, M. (2008). Radiation use efficiency and yield of winter wheat under deficit irrigation in North China. *Plant, Soil and Environment*, 54 (7), 313–319.
25. Jiang, K., & Asami, T. (2018). Chemical regulators of plant hormones and their applications in basic research and agriculture. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 82 (8), 1265–1300. doi: 10.1080/09168451.2018.1462693
26. Nakicenovic, N., & Swart, R. (2000) *Special Report on Emissions Scenarios: A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
27. Dockter, C., & Hansson, M. (2015). Improving barley culm robustness for secured crop yield in a changing climate. *Journal of Experimental Botany*, 66 (12), 3499–3509. doi: 10.1093/jxb/eru521
28. Heřmanská, A., Středa, T., & Chloupek, O. (2015). Improved wheat grain yield by a new method of root selection. *Agronomy for Sustainable Development*, 35 (1), 195–202. doi: 10.1007/s13593-014-0227-4
29. Nishida, H., Ishihara, D., Ishii, M., Kaneko, T., Kawahigashi, H., Akashi, Y., Saisho, D., Tanaka, K., Handa, H., Takeda, K., & Kato, K. (2013). Phytochrome C is a key factor controlling long-day flowering in barley. *Plant physiology*, 163 (2), 804–814. doi: 10.1104/pp.113.22257030
30. Roeckner, E., Arpe, K., Bengtsson, L., Christoph, M., Claussen, M., Dümenil, L., Esch, M., Giorgetta, M.A., Schlese, U., & Schulzweida, U. (1996). The atmospheric general circulation model ECHAM-4: Model description and simulation of present-day climate. *Max-Planck-Institute für Meteorologie*, Report. № 218.
31. Polevoj, A. N., Bozko, L. Y., & Kuzmova, K. K. (2016) Thermal resources of ukraine in the conditions of climate change. *Agricultural Sciences*, YI (17), 86–94.

Стаття надійшла до редакції: 17.01.2022 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Польовий А. М., Божко Л. Ю., Барсукова О. А., Костюкевич Т. К. Вплив потепління клімату на продуктивність баклажана і солодкого перцю в Степовій зоні України. *Вісник ПДАА*. 2022. № 1. С. 29–37.

© Польовий Анатолій Миколайович, Божко Людмила Юхимівна,
Барсукова Олена Анатоліївна, Костюкевич Тетяна Костянтинівна, 2022