

ISSN: 2306-9716 (Print)
ISSN: 2664-6110 (Online)

МІНІСТЕРСТВО ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ ТА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНА ЕКОЛОГІЧНА АКАДЕМІЯ ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ ТА УПРАВЛІННЯ

ЕКОЛОГІЧНІ НАУКИ

НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ

5(44)



Видавничий дім
«Гельветика»
2022

Екологічні науки : науково-практичний журнал / Головний редактор Бондар О.І. – К. :
Видавничий дім «Гельветика», 2022. – № 5(44). – 296 с.

Головний редактор: Бондар О.І., доктор біологічних наук

Заступник головного редактора: Нагорнева Н. А.

Науковий редактор: Машков О.А., доктор технічних наук

Відповідальний редактор: Сікачина В. Г.

Редакційна колегія:

Гандзюра В.П., доктор біологічних наук

Єрмаков В.М., доктор технічних наук

Захматов В.Д., доктор технічних наук

Івашенко Т.Г., кандидат технічних наук

Конішук В.В., доктор біологічних наук

Лукаш О.В., доктор біологічних наук,

Машков В.А., доктор технічних наук

Михайленко Л.Є., доктор біологічних наук

Нецветов М.В., доктор біологічних наук

Ольшевський С.В., доктор технічних наук

Риженко Н.О., доктор біологічних наук

Рудько Г.І., доктор геолого-мінералогічних наук,

доктор географічних наук, доктор технічних наук

Улицький О.А., доктор геологічних наук

Фінін Г.С., доктор фізико-математичних наук

Шматков Г.Г., доктор біологічних наук

На підставі Наказу Міністерства освіти і науки України № 409 від 17.03.2020 р. (додаток 1) журнал внесений до Переліку наукових фахових видань України (категорія «Б») у галузі біологічних наук (091 – Біологія), природничих наук (101 – Екологія, 103 – Науки про Землю) та технічних наук (183 – Технології захисту навколишнього середовища).

Журнал публікує (після рецензування та редагування) статті, які містять нові теоретичні та практичні здобутки в галузі екологічних наук.

Статті у виданні перевірені на наявність плагіату за допомогою програмного забезпечення StrikePlagiarism.com від польської компанії Plagiat.pl.

*Журнал включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus International
(Республіка Польща)*

ЗМІНА КЛІМАТУ

УДК 631.175: 551.584

DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.5-44.38>

АГРОКЛІМАТИЧНІ АСПЕКТИ ПРОДУКТИВНОСТІ СОНЯШНИКА ОДЕЩИНИ В УМОВАХ ПОТЕПЛІННЯ КЛІМАТУ

Польовий А.М., Божко Л.Ю., Барсукова О.А.

Одеський державний екологічний університет

вул. Львівська 15, 65016, м. Одеса

apolevoy@te.net.ua, bozko@i.ua, lena5933@ukr.net

Виконана оцінка зміни агрокліматичних умов вирощування соняшника на Одещині в умовах потепління клімату. Оцінка виконувалась шляхом порівняння середніх багаторічних агрокліматичних показників за період 1986-2005рр. з такими показниками за період 2000-2021рр.по агрокліматичних районах Одеської області. Встановлено, що 1 – що для усіх агрокліматичних районів Одещини характерна позитивна тенденція динаміки врожайності. Хоча в окремі роки під дією агрометеорологічних факторів спостерігались велика мінливість врожайності соняшника. Інтервал коливання врожаю по агрокліматичних зонах становить відповідно 2,2, 1,8 та 1,3 т/га. Встановлено, що незважаючи на рівень культури землеробства, залежність врожаю соняшнику від кліматичних умов залишається досить значною. Порівняння агрокліматичних показників за період 1985-2005рр. з показниками за період з 2000 року по 2021 рр. показало, що тривалість періоду з температурою повітря вище 10 °C суттєво не змінилась, а суми температур відчутно зросли тільки в третьому агрокліматичному районі. Зате відчутно зменшилась сума опадів в усіх районах майже на 17%, що призвело до зменшення коефіцієнту зволоження ГТК Селянінова на 0.1-0.2 відн. од., що свідчить про підвищення посушливості території області, отже зросла і імовірність суворої атмосферної засухи. Протягом вегетаційного періоду соняшника на території області спостерігаються від 14 до 20 днів з суховіями різної інтенсивності, а в окремі роки кількість днів із сухими досягала 40-43. В Одеській області найбільший вплив на врожайність соняшника мають сонячна радіація, температура повітря та суми опадів не тільки впродовж вегетаційного періоду, а і між фазний період «утворення суцвіть – цвітіння». Найтісніший зв'язок урожаїв соняшника спостерігається з $\sum T_a$ у III-й агрокліматичній зоні. Спостерігається тенденція збільшення врожаю зі збільшенням кількості опадів протягом між фазного періоду «утворення суцвіть-цвітіння». Також існує тісний зв'язок урожаю соняшника з волого споживанням за вегетаційний період.

Виконана оцінка формування агроекологічних рівнів врожаїв соняшнику і розраховані коефіцієнти сприятливості клімату (K_c) та ефективності його використання (K_e) для вирощування соняшника в Одеській області. Сприятливість клімату знижується в напрямку з півночі на південь області, а K_c становить 0,6 і 0,4. Коефіцієнт використання природних ресурсів зменшується у цьому ж напрямку. Це свідчить про те, що в агрокліматичних умовах Одеської області можливе зростання рівня врожаїв соняшника за умови впровадження новітніх технологій вирощування, раціонального розміщення сортів різної скоростиглості з урахуванням агрокліматичного районування. *Ключові слова:* агрометеорологічні фактори, потепління клімату, мінливість врожаю, соняшник.

Agroclimatic aspects of sunflower productivity in odesa region in conditions of climate warming. Polevoy A., Bozhko L., Barsukova E.

This study provides assessment of changes in the agroclimatic conditions of sunflower cultivation in Odesa region under conditions of climate warming. The assessment was carried out by comparing the average multi-year agroclimatic indicators for the period 1986-2005 with respective indicators for the period 2000-2021 in the agro-climatic districts of the Odesa region. It was established that all agro-climatic regions of Odesa are characterized by a positive trend in yield dynamics. Although in some years, under the influence of agrometeorological factors, a large variability of sunflower yield was observed. The interval of yield fluctuation by agro-climatic zones is 2.2, 1.8 and 1.3 t/ha, respectively. It was established that despite the level of agricultural culture, the influence of climatic conditions on the sunflower harvest remains quite significant. Comparison of agroclimatic indicators for the period 1985-2005 with indicators for the period from 2000 to 2021 showed that the duration of the period with an air temperature above 10 °C did not change significantly, and the total temperatures increased significantly only in the third agro-climatic district. However, the amount of precipitation in all areas decreased significantly by almost 17%, which led to a decrease in the moisture coefficient of the Selyaninov HTC by 0.1-0.2 relative. units, which indicates an increase in the aridity of the region's territory, so the probability of a severe atmospheric drought has also increased. During the sunflower growing season in the region, 14 to 20 dry days of varying intensity are observed, and in some years the number of dry days reached 40-43. In the Odesa region solar radiation, air temperature, and precipitation have the greatest influence on sunflower yield not only during the growing season, but also during the interphase period of "formation of inflorescences – flowering." The closest connection of sunflower crops is observed with $\sum T_a$ in the III agro-climatic zone. A tendency was observed to increase the yield with an increase in the amount of precipitation during the interphase period of "formation of inflorescences-flowering". There is also a close relationship between sunflower yield and wet consumption during the growing season.

The assessment of the formation of agroecological levels of sunflower crops was carried out and the coefficients of climate favorability (K_b) and the efficiency of its use (K_e) for sunflower cultivation in the Odesa region were calculated. Climate favorability decreases in the direction from north to south in the region, and K_b is 0.6 and 0.4. The coefficient of use of natural resources decreases in the same

direction. This indicates that in the agro-climatic conditions of the Odesa region, it is possible to increase the level of sunflower yields, provided that the latest cultivation technologies are implemented, and the rational placement of varieties of different precociousness, that takes into account the agro-climatic zoning. *Key words*: agrometeorological factors, climate warming, crop variability, sunflower.

Постановка проблеми. Серед польових олійних культур соняшник є однією з найбільш економічно вигідних для вирощування в Степовій зоні України культур. Соняшник є провідною олійною культурою в Україні. Насіння сучасних високо олійних сортів містить 50-55% олії (на абсолютно суху масу насіння) і біля 20% білка. На сьогоднішній день Україна є одним із лідерів у виробництві та експорті соняшникової олії у світі. Зростаючий попит на соняшкову олію провокує до збільшення кількості посівних площ під цю культуру. За два роки площа посівів соняшника збільшилася майже у два рази [1, 2]. Одещина входить до переліку областей, де вирощується соняшник на великих площах. Незважаючи на великі площі посівів соняшнику в Одеській області його господарські врожаї залишаються значно нижчими біологічних можливостей сучасних сортів. Це пояснюється недотримання технологій вирощування, недостатнім або несвочасним внесенням добрив, впливом в окремі роки екстремальних значень лімітуючих факторів клімату, недостатнім вивченням впливу агрокліматичних факторів на продуктивність культури [4, 5]. Середня врожайність насіння соняшника в Україні за останні роки становить 16-18 ц/га. В господарствах де соняшник вирощують за прогресивними технологіями отримують по 30 центнерів і більше з гектара, а при умовах зрошення 38.7- 40 ц/га [6, 9].

Мета та методи дослідження. Мета дослідження полягає в оцінці мінливості врожаїв соняшника по території Одеської області, кількісній оцінці динаміки урожаїв у господарствах в різних районах області, виявленню географічних особливостей розподілу основних показників росту рослин і формування врожайності в умовах потепління клімату. Для дослідження використані багаторічні дані спостережень метеорологічних станцій Одеської області за метеорологічними елементами та агрометеорологічними спостереженнями за розвитком і продуктивністю соняшників за період з 2000 по 2021 рік, матеріали Агрокліматичного довідника Одеської області за період 1986 – 2005 роки [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Найбільш фундаментальними роботами що до дослідження біологічних особливостей соняшника, його вимог до навколишнього середовища, агротехніки вирощування і селекції сортів є роботи Пустовойта В.С., виконані наприкінці минулого сторіччя. Подальші дослідження присвячувались виведенню нових сортів соняшника з більшим вмістом олії в насінні [10, 11, 12]. Виведено численні сорти, що відрізняються один від одного розміром суцвіть-кошиків та вмістом олії в насінні. Наприкінці минулого століття та на початку поточного розвивалися дослі-

дження формування врожайності насіння та накопичення олії в ньому [13, 14]. Особливою метою дослідників стало підвищення стійкості рослин соняшника до хвороб та створення нових характеристик які розроблялись для ринків кондитерських виробів або олійних культур [15, 16]. В останні роки пошук все більш різноманітної кількості цільових характеристик став причиною розробки різних технологій вирощування соняшника. Так підвищилось використання геноміки, для ідентифікації генних маркерів для бажаних ознак. Хоча генетична структура соняшнику досить складна в порівнянні з ріпаком і рисом, відбір за допомогою маркера починає виявляти гени-кандидати для поліпшення культури соняшника [11, 14].

Дослідниками встановлено, що підвищення продуктивності соняшника показує, як селекціонери продовжували гібридизувати сучасне рослина протягом останніх трьох десятиліть. І як врожайність покращилася, незважаючи на появу нових важливих факторів, які вплинули на те, які характеристики стали головними [17, 18, 19]. Чимало досліджень присвячено освітленню геліотропних особливостей соняшника та характеристики формування лікарських властивостей рослин [22, 23, 24, 25].

Проблеми зміни клімату також переорієнтували селекційні зусилля на вирощування рослин, які краще працюють в умовах посухи. Наприклад, були обрані змінні форми кошиків для боротьби з сонячними опіками, ушкодженнями птахів і хворобами, були створені гібриди з більш високим врожаєм і олійністю, підвищеною стійкістю до таких хвороб, як несправжня борошниста роса, підвищеною посухостійкістю [20, 21, 26].

Виклад основного матеріалу. Провідною умовою для збільшення виробництва рослинної продукції та підвищення ефективності культури землеробства є не лише застосування сучасних технологій, а також активне використання інформації про кліматичні та агрокліматичні ресурси на території їх вирощування. Така інформація необхідна для забезпечення правильного вибору сортів, що забезпечуватимуть найвищі врожаї за даних кліматичних умов, для планомірного проведення польових робіт, для оцінки умов та розвитку сільськогосподарських культур та прогнозування обсягів виробництва.

За даними спостережень за 1986 – 2005 роки на території Одеської області за агрокліматичними показниками виділено три агрокліматичні райони [3]. Для вияву впливу потепління на агрокліматичні показники була проведена порівняльна агрокліматична оцінка цих показників з показниками за період з 2000 по 2021 рр. (табл. 1).

Як видно із табл. 1 в період з 2000 року по 2021 рік тривалість періоду з сумами температур

Таблиця 1

Середні значення агрокліматичних показників в Одеській області за два календарні періоди: 1 -1986-2005рр.; 2 – 2000 – 2021рр.

Агрокліматичні райони	Арокліматичні показники за період з температурою повітря вище 10 °С							
	тривалість періоду (дні)		суми температур, °С		кількість опадів (мм)		ГТК (відн. од)	
	1	2	1	2	1	2	1	2
I. Помірного тепло-за-безпечення, недостатнього зволоження	≤185	≤179-181	≤3200	3200-3250	≥360	≤300	1,0	0,9
II. Високого рівня теплозабезпечення, посушливий	185-195	187-195	3231-3500	3250-3500	331-360	297-300	0,8-0,9	0,72-0,76
III. Високого рівня тепло забезпечення, дуже посушливий	≥195	≥198	≥3500	3600	≤330	256-297	≤0,8	0,70-0,69

Таблиця 2

Врожаї насіння соняшника по агрокліматичних зонах Одеської області, (т/ га)

Роки	Агрокліматична зона			Роки	Агрокліматична зона		
	I	II	III		I	II	III
2001	0,65	0,70	1,20	2013	2,70	0,88	2,10
2002	1,26	0,85	1,17	2014	2,73	1,33	1,90
2003	1,40	1,10	1,10	2015	2,50	1,05	1,34
2004	0,50	0,85	1,00	2016	1,20	0,80	1,26
2005	0,87	1,26	1,60	2017	1,80	1,75	1,96
2006	1,27	1,34	1,90	2018	2,19	1,74	1,52
2007	0,72	0,80	0,80	2019	1,50	1,63	1,60
2008	2,05	1,32	1,86	2020	1,80	2,10	1,70
2009	2,70	0,88	2,10	Середній	1,48	1,21	1,40
2010	2,73	1,33	1,90	Найменший	0,50	0,60	0,80
2011	2,50	1,05	1,34	Найбільший	2,70	2,40	2,10
2012	1,20	0,80	1,26				

вище 10 °С суттєво не змінилась, а суми температур відчутно зросли тільки в третьому агрокліматичному районі. Зате відчутно зменшилась сума опадів в усіх районах майже на 50-60 мм (17%), що призвело до зменшення коефіцієнта зволоження ГТК Г.Т. Селянінова, тобто посушливість території області зросла, зросла і імовірність суворості атмосферної засухи, яка часто поєднуються з ґрунтовою, під час активної вегетації сільськогосподарських культур. Протягом вегетаційного періоду на території області спостерігаються від 14 до 20 днів із суховіями різної інтенсивності, а в окремі роки кількість днів із сухими досягала 40-43.

Підвищення посушливості клімату і підвищення температури повітря змінює агрокліматичні умови формування врожаїв соняшника. Як видно із табл. 2, щорічні врожаї соняшника по агрокліматичних районах Одещини неоднакові і коливаються в значних межах. Дослідження динаміки врожайності по районах (табл. 2) і ліній трендів дозволили зробити висно-

вок, що для I-ї агрокліматичної зони рівень врожаю змінювався від 0,5 до 2,7 т/га; для другої та третьої екстремальні значення врожайності становлять 0,6-2,4 та 0,8-2,1 відповідно. Інтервал зміни врожаю становить 2,2, 1,8 та 1,3 т/га відповідно для I-ї, II-ї та III-ї агрокліматичної зони Одеської області.

Слід зазначити, що простежується різке зниження врожайності соняшника в 2004, 2007, 2012 роках, та підвищення у 2006, 2008-2010, 2013 роках і у 2018 роках. Збіг тенденцій врожайності по всіх кліматичних зонах в даних роках свідчить про особливі метеорологічні умови цих років. Крім того, у переважній більшості років в третій агрокліматичній зоні врожаї дещо вищі, ніж у першій та другій.

До основних метеорологічних елементів, що мають безпосередній вплив на формування врожаю соняшника відносяться сонячна радіація, волога, тепло. Були виконані розрахунки радіаційно – теплових ресурсів I, II, та III агрокліматичної зони Одеської області (табл. 3). З таблиці 3 видно, що сума серед-

ньодобових температур повітря вище 10°C, як і тривалість теплового періоду при $T > 10^\circ\text{C}$ збільшуються з першого до третього агрокліматичного району.

Для визначення ступеня забезпеченості соняшника радіаційними ресурсами були розраховані біологічні суми сумарної і фотосинтетичної активної радіації за період активної вегетації соняшнику від сівби додати повної стиглості.

Порівняння кліматичних сум ФАР теплового періоду з біологічними значеннями цього показника дає можливість стверджувати, що в Одеській області можливе отримання врожаїв як ранньостиглих, так і пізньостиглих сортів соняшника (табл. 4).

Аналіз статистичних залежностей врожаїв соняшника з різними агрокліматичними показниками по агрокліматичних районах Одеської області показав, що залежність врожаю насіння соняшника від температури збільшується з півночі на південь. Так коефіцієнт кореляції в першій агрокліматичній зоні становить 0,24, 2-й – 0,42, а у 3-й – він збільшується до 0,62. Це пов'язано з комплексним впливом інших складових урожаю на формування продуктивності соняшника.

Слід зазначити, що оптимальна температура для соняшника під час цвітіння становить 20-22°C, а для періоду наливу насіння – 23-25°C. Температура повітря вище 28°C пригнічує ріст рослини, а більше 30°C згубно діє на пилок. Зважаючи на те, що під час проходження фази розвитку цвітіння-дозрівання різко зменшується середньостатистична кількість опадів негативний вплив температури підвищується, особливо в III-й агрокліматичній зоні.

Згідно з дослідженнями Л.В. Фадєєва [14] температура вище 28°C пригнічує ріст соняшника. Впродовж вегетаційного періоду соняшника в Одеській області така температура повітря спостерігається часто. Однак ступінь впливу високих температур значною мірою залежить також від режиму зволоження території.

За даними досліджень [1, 4, 6] впродовж вегетаційного періоду соняшника спостерігається два критичних періоди по відношенню до вологи: 1 – сівба – сходи, 2 – утворення суцвіть цвітіння. Однак слід зазначити, що зволоженість періоду від сівби до сходів залежить більшою мірою від накопичення вологи за осінньо-зимово – весняний період. Тому зіставлення врожаїв соняшника з кількістю опадів, що випали у фазу «сівба-сходи» не підтвердило тісного кореляційного зв'язку з врожаєм. Коефіцієнт кореляції варіюється від 0,2 до 0,3.

Наступним критичним періодом в формуванні врожаю соняшника є фаза утворення суцвіття-цвітіння. Статистична залежність урожаїв соняшника від сум опадів за цей період характеризується значимими величинами коефіцієнтів кореляції, числове значення яких зростає від 0,43 в першому агрокліматичному районі до 0,81 в третьому агрокліматичному районі.

За даними [20] врожай соняшника в посушливих районах значною мірою залежить від загальної суми опадів за поза вегетаційний період, сум опадів вегетаційного періоду і сум температур за вегетаційний період. Тобто від сумарного водоспоживання за вегетаційний період. Статистична залежність врожаю соняшника від сумарного водоспоживання (E_{ϕ}) в Одеській області описується рівнянням $Y = 2,62 + 0,049 E_{\phi}$ і характеризується коефіцієнтом кореляції $0,78 \pm 0,01$.

Таким чином, узагальнюючи все сказане вище, можна зробити висновок, що в усіх агрокліматичних районах Одеської області урожаї соняшника є функцією по перше біологічних особливостей, по друге – агротехніки вирощування і по-третє – умов тепло і волого забезпечення території. За термічними умовами найсприятливіший для формування високих врожаїв є третій агрокліматичний район, за умовами зволоження – перший.

Аналіз річної мінливості врожаїв соняшника в Одеській області свідчить про те, що їх рівень

Таблиця 3

Радіаційно-теплові ресурси за період з $T > 10^\circ\text{C}$ в різних агрокліматичних районах Одеської області

Агрокліматичний район	ΣQ , МДж/м ²	ΣQ_{ϕ} , МДж/м ²	ΣS_c , години	ΣT_c , °C	$N_{\text{тп}}$, дні
I	3120	1560	1370	2920	179
II	3290	1645	1530	3200	187
III	3522	1765	1718	3600	198

Примітка: ΣQ , МДж/м² – сумарна сонячна радіація; ΣQ_{ϕ} , МДж/м² – фотосинтетична радіація; ΣS_c , години – тривалість сонячного саява, ΣT_c , °C – сума температур вище 10 °C; $N_{\text{тп}}$, дні – тривалість періоду з температурою повітря вище 10 °C.

Таблиця 4

Забезпеченість соняшника радіаційними ресурсами протягом вегетаційного періоду

Агрокліматичний район	За $N_{\text{тп}}$ з $T_c > 10^\circ\text{C}$					За $N_{\text{вп}}$ з $T_c > 10^\circ\text{C}$				
	D_v	D_o	$N_{\text{тп}}$	ΣQ	ΣQ_{ϕ}	$D_{\text{сів}}$	$D_{\text{стигл}}$	$N_{\text{вп}}$	ΣQ_6	$\Sigma Q_{\phi 6}$
I	17.IV	13.X	179	3120	1560	21.IV	16.VIII	119	2476	1250
II	13.IV	17.X	187	3290	1645	19.IV	12.VIII	113	2530	1277
III	09.IV	24.X	198	3522	1765	17.IV	11.VIII	112	2630	1328

значно нижче біологічних можливостей сучасних сортів. Для визначення недобору врожаїв соняшника використовувалось фізико-статистична модель «клімат-урожай» Х.Г. Тоомінга [21]. За моделлю розраховувались два агроекологічні рівні врожаю – потенційний врожай і дійсно можливий.

За результатами розрахунків стало можливим дати кількісну оцінку і потенційним та дійсно можливим врожаєм соняшника в трьох агрокліматичних районах Одеської області за різними значеннями коефіцієнта використання ФАР (табл. 5).

Як видно із табл. 5 величина потенційного врожаю соняшника зростає в усіх агрокліматичних зонах в 3 рази із збільшенням ККД використання ФАР від 1% до 3% (у першій агрокліматичній зоні від 45 до 134 ц/га, а в третій від 48 до 143 ц/га). Величина дійсно можливого врожаю соняшника ($Y_{\text{дм}}$) при просуванні на південь зменшується через зростання посушливості клімату. При ККД використання ФАР рівному 1% і 2% на півночі (в першій агрокліматичній зоні) $Y_{\text{дм}}$ становить 25 і 50 ц/га, а на півдні (в 3 агрокліматичній зоні) – до 20 і 40 ц/га.

Розрахунки потенційного, дійсно можливого врожаю соняшника та їх порівняння з урожаєм у виробництві дало можливість розрахувати коефіцієнти сприятливості клімату ($K_{\text{к}} = Y_{\text{пм}} - Y_{\text{дм}}$), та коефіцієнт ефективності використання кліматичних ресурсів ($K_{\text{е}} = Y_{\text{дм}} - Y_{\text{в}}$). Розрахунки показників виконанні для всіх агрокліматичних районів області при η рівному 1, 2, 3% (табл. 6). З табл. 6 видно, що при вирощуванні соняшника в посушливих умовах недобір врожаю ($Y_{\text{пм}} - Y_{\text{дм}}$) становить при η 1, 2% відповідно 20 і 27 ц/га, 40 і 55 ц/га.

Коефіцієнт ефективності використання ресурсів клімату ($K_{\text{е}}$) зменшується від I-ї агрокліматичної зони до третьої і при η рівному 1, 2% становить в першому та другому агрокліматичних районах 0,6-0,3, а в третьому 0,7-0,2.

Порівняння теоретичних врожаїв з виробничими ($Y_{\text{в}}$) показали, що в даний час при вирощуванні соняшника в межах Одеської області ККД використання ФАР знаходиться на рівні 0,6-0,7%. Таким чином є досить значний резерв для отримання більш високих врожаїв насіння соняшника відповідно до біологічного потенціалу досліджуваної території.

За даних умов цілком можливе підвищення ККД використання посівами до двох-трьох відсотків за рахунок введення посухостійких і більш урожайних сортів та раціонального їх розміщення з урахуванням місцевих особливостей клімату, вдосконалення технології обробітку, а в південних районах – і зрощення сільськогосподарських полів.

Головні висновки. За результатами дослідження можна зробити такі висновки: 1 – що для усіх агрокліматичних районів Одещини характерна позитивна тенденція динаміки врожайності. Хоча в окремі роки під дією агрометеорологічних факторів спостерігались велика мінливість врожайності соняшника. Інтервал коливання врожаю по агрокліматичних зонах становить відповідно 2,2, 1,8 та 1,3 т/га. Встановлено, що незважаючи на рівень культури землеробства, залежність врожаю соняшнику від кліматичних умов залишається досить значною. Порівняння агрокліматичних показників за період 1985-2005 рр. з показниками за період з 2000 року по 2021 рр. показало, що тривалість періоду з температурою повітря вище 10 °C суттєво не змінилась, а суми температур відчутно зросли тільки в третьому агрокліматичному районі. Зате відчутно зменшилась сума опадів в усіх районах майже на 17% що призвело до зменшення коефіцієнту зволоження ГТК Селянінова на 0.1-0.2 відн. од., що свідчить про підвищення посушливості території області, отже зросла і імовірність суворої атмосферної засухи. Протягом вегетаційного періоду соняшника на території області спостерігаються від 14 до 20 днів з сухо-

Таблиця 5

Агрокліматична оцінка агроекологічних категорій врожаїв соняшнику (ц/га) в Одеській області

Агроклімат. район	$\Sigma Q_{\text{фб}}$, МДж/м ²	$Y_{\text{пм}}$ при η , %				$E_{\text{ф}}/E_{\text{о}}$	$Y_{\text{дм}}$ при η , %			
		0,5	1,0	2,0	3,0		0,5	1,0	2,0	3,0
I	1250	22	45	90	134	0,55	12	25	50	74
II	1277	23	46	91	137	0,45	11	21	41	62
III	1328	24	48	95	143	0,43	10	20	40	61

Примітка. $\Sigma Q_{\text{фб}}$, МДж/м²- надходження ФАР; η , % – коефіцієнт використання ФАР; $E_{\text{ф}}/E_{\text{о}}$ - вологозабезпеченість посівів, відн. од.

Таблиця 6

Оцінка ступеня сприятливості клімату та ефективності його використання в Одеській області

Агрокліматичний район	$Y_{\text{в}}$	$(Y_{\text{пм}} - Y_{\text{дм}})$ при η , %			$(Y_{\text{дм}} - Y_{\text{в}})$, при η , %			$K_{\text{е}}$ при η , %			$K_{\text{е}}$ при η , %
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	
I	14,8	20	40	60	5	25	45	0,6	0,3	0,2	0,6
II	12,1	25	50	75	13	38	63	0,6	0,3	0,2	0,5
III	14	27	55	82	13	41	68	0,7	0,4	0,2	0,4

віями різної інтенсивності, а в окремі роки кількість днів із сухими досягала 40-43.

2 – встановлено, що найбільший вплив на врожайність соняшника мають сонячна радіація, температура повітря та суми опадів не тільки впродовж вегетаційного періоду, а і між фазний період «утворення суцвіть – цвітіння». Найтісніший зв'язок урожаїв соняшника спостерігається з $\sum T_a$ у III-й агрокліматичній зоні. Спостерігається тенденція збільшення врожаю зі збільшенням кількості опадів протягом між фазного періоду «утворення суцвіть-цвітіння». Також існує тісний зв'язок урожаю соняшника з волого споживанням за вегетаційний період.

3 – виконана оцінка формування агроєкологічних рівнів врожаїв соняшнику і розраховані коефіцієнти сприятливості клімату (K_c) та ефективності його використання (K_e) для вирощування соняшника

в Одеській області. Сприятливість клімату знижується в напрямку з півночі на південь області, а K_e становить 0,6 і 0,4. Коефіцієнт використання природних ресурсів зменшується у цьому ж напрямку. Це свідчить про те, що в агрокліматичних умовах Одеської області можливе зростання рівня врожаїв соняшника за умови впровадження новітніх технологій вирощування, раціонального розміщення сортів різної скоростиглості з урахуванням агрокліматичного районування.

Перспективи використання результатів дослідження. Результати дослідження можуть бути використані при вирощуванні соняшника в умовах зрошення. Крім того, отримані статистичні залежності врожаїв від різних показників можуть використовуватись при розробці методів прогнозування очікуваних врожаїв соняшника з різною завчасністю.

Література

1. Ткалич І.Д., Ткалич Ю.І., Рычик С.Г. Цветок солнца (основы биологии и агротехники подсолнечника) : монография. Днепропетровск, 2011. 172 с.
2. Соняшник однорічний / Лікарські рослини : енциклопедичний довідник; за ред. А. М. Гродзінського. Київ : Видавництво «Українська Енциклопедія» ім. М. П. Бажана, Український виробничо-комерційний центр «Олімп», 1992. 411 с.
3. Агрокліматичний довідник по Одеській області (1986-2005 рр.) / М-во надзвичайних ситуацій України; Гідрометеорологічний центр Чорного та Азовського морів; за ред. В.М. Ситова, Т.І. Адаменко. Одеса : Астропрінт, 2011. 204 с.
4. Олейнікова О. М. Соняшник. Садові декоративні рослини. Харків : «Веста», 2010. 77 с.
5. Соняшник / Універсальний словник-енциклопедія. 4-те вид. Київ : Тека, 2006. 236 с.
6. Зинченко А. И., Салатенко В. Н., Билоножко Н. А., Растениеводство. Київ : Аграрное образование. 2003. 432 с.
7. Борисов М.И. Лекарственные свойства сельскохозяйственных растений. Мінськ, 1974. 174 с.
8. Все о лекарственных растениях на ваших грядках / Ред. Раделова С. Ю. СПб. : ТОВ «СЗКЕО», 2010. 184 с. ISBN 978-5-9603
9. Рослинництво : підручник / В.Г. Влох, С.В. Дубковецький, Г.С. Кияк, Д.М. Онищук; за ред. В.Г. Влоха. Київ : Вища школа. 2005. 382 с.
10. Рослинництво / Каленська О.Я., Шевчук М.Я., Дмитришак О.М., Козяр Г.І.; за ред. О.Я. Шевчука. Київ : НАУ, 2005. 502 с.
11. Основи наукових досліджень в агрономії : підручник / В.О. Єщенко, П.Г. Копитко, В.П. Опришко, П.В. Костоґриз; за ред. В.О. Єщенко. Київ : Дія, 2005. 288 с.
12. Технологія вирощування соняшника. http://agrosp.kiev.ua/tehnologiya_vyiraschivaniya_podsolnechnika.html.
13. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. 2-е видання, виправлене. Київ : Центр Навчальної літератури, 2004. 808 с.
14. Фадеев Л. В. Подсолнечник Украины сегодня и завтра. Agro.imperija.com.
15. Шпаар Д., Адам Л., Гинапп Х. и др.; Яровые масличные культуры / под общ. ред. В.А. Щербакова. Минск : ФУА информ, 1999. 288 с.
16. Щербаков В.А. Технология выращивания подсолнечника. Яровые масличные культуры. Agromage.com.
17. Мищенко З.А., Кирнасовская Н.В. Региональная агроклиматическая оценка продуктивности подсолнечника на основе моделирования в Украине. Метеорологія, кліматологія і гідрологія. 2002. Вып. 46. С. 179-190.
18. Кирнасівська Н.В. Землеробство та рослинництво : конспект лекцій. Одеса : „Екологія”, 2008. 283 с.
19. Польовий А.М. Сільськогосподарська метеорологія : підручник. Одеса. ТЕС, 2012. 612 с.
20. Польовий А.М., Божко Л.Ю., Адаменко Т.І. Агрометеорологічні прогнози : підручник. Харків, 2017. 508 с.
21. Кліматичні ризики функціонування галузей економіки України в умовах змін клімату / за ред. С.М. Степаненка, А.М. Польового. Одеса : ТЕС, 2018. 546 с.
22. Тооминг Х.Г. Экологические принципы максимальной продуктивности посевов. Ленинград : Гидрометеиздат, 1984. 264 с.
23. Helianthus annuus / Словник українських наукових і народних назв судинних рослин / Ю. Кобів. Київ : Наукова думка, 2004. 800 с. (Словники України).
24. Polikarpov, G. G. Sunflower's blooming floscule is a compass. *Nature* 272 : 122. 1978. doi:10.1038/272122c0.
25. Shella G.S.G., Langa A.R.G., Salea P.J.M. Quantitative measures of leaf orientation and heliotropic response in sunflower, bean, pepper and cucumber. *Agricultural Meteorology* 13 (1) : 25–37. 1974. doi:10.1016/0002-1571 (74) 90062-4.
26. Atamian Hagop S., Creux Nicky M., Brown Evan A., Garner Austin G., Blackman Benjamin K., Harmer Stacey L. Circadian regulation of sunflower heliotropism, floral orientation, and pollinator visits. *Science* 353 (6299): 587–590. 2016. doi:10.1126/science.aaf9793..
27. Kaplan Sarah. Watch a sunflower dance in the sun : now scientists know how it's done. August 5, 2016.
28. Klein Joanna. How Sunflowers Follow the Sun, Day After Day *The New York Times*. August 4, 2016.