УДК 633.854.78:631.543.3 DOI: 10.36710/IOC-2025-38-05

ВПЛИВ ВАРІЮВАННЯ КЛІМАТИЧНИХ ФАКТОРІВ НА ПОКАЗНИКИ ПРОДУКТИВНОСТІ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКА

С. І. Одинець

Інститут олійних культур Національної академії аграрних наук України

У статті показано довгострокове варіювання температур і те, що це є цілком природним процесом, та представлено узагальнені результати шестирічного випробування гібридів соняшника, одержаних у розсаднику відновлювачів фертильності. Обчислено суми активних температур (САТ) та гідротермічні коефіцієнти (ГТК) вегетаційного періоду соняшника за роками. Підтверджено, що в наш час відбувається підвищення температури. Проаналізовано вплив погодних умов на показники продуктивності гібридних комбінацій соняшника. Середні температури за сезон коливалися від 20,3°С у 2017 році до 22,0°С у 2015, відповідно САТ становила 3712,7 та 4028,7 градусів, кількість опадів від 207,0 мм у 2016 році до 341,5 мм у 2015. Показано, що на продуктивність соняшника мають вплив не усереднені за сезон показники, а погодні умови окремих місяців. Встановлено високий позитивний зв'язок між врожайністю та температурами травня, коефіцієнт кореляції 0,596, червня 0,741 і негативний з температурами серпня -0,667. Олійність насіння позитивно корелює з температурами і САТ червня (0,615 та 0,632) і вересня (0,682 і 0,717) і негативно з опадами та ГТК вересня (-0,882 і -0,893). Одержання насіння з рослини позитивно корелює з температурами травня 0,671, червня 0,771 і негативно з серпневими температурами -0,695 і ГТК -0,610.

Ключові слова: соняшник, клімат, температура, коливання температури, опади, САТ, ГТК, врожайність, олійність, вихід олії

Вступ. Останнім часом нас постійно лякають жахливим глобальним потеплінням, парниковим ефектом, трансформацією клімату. Потепління стало однією з найбільш актуальних економічних і політичних тем і однією з «найгарячіших наукових проблем» (Agius 2023; Arktyka nevblahanno "khudne" 2023; Kitova 2025; Vcheni vyvchaiut zatemnennia Sontsia dlia borotby z poteplinniam 2025; Borisihina 2025; Knapton 2025; Gaydamashko 2025). Журналісти, політики, громадські діячі постійно говорять про те, що глобальне потепління спричинене єдиним чинником – діяльністю людини. Але наукове дослідження потепління клімату повинне покладатися не лише на дані сучасних кліматичних трендів, а і на результати вивчення чергування холодних та теплих епох у минулі часи. Адже геологам і палеонтологам добре відомо, що ми живемо в дуже холодну епоху, і коливання температур, що спостерігаються протягом останніх століть, ледь помітні на тлі глобальної тенденції до похолодання, що простежується протягом всієї другої половини кайнозойської ери.

Значну частину фанерозою клімат Землі був теплішим ніж зараз. Крейдяний період включав деякі з найтепліших інтервалів в історії Землі (Forster et al. 2007; Tarduno et al. 1998), особливо під час туронського-сантонського віків (93,9–83,6 млн років тому) (Niezgodzki et al. 2017), коли середньорічні

Copyright © The Author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

*Corresponding author

температури поверхні моря в низьких широтах могли досягати +35°C (O'Brien et al. 2017). Помірне середовище низовинних тропічних лісів існувало на палеошироті близько 82° пд. ш. з більш ніж чотирма місяцями повної полярної нічної темряви, що було можливим при поєднанні високих концентрацій CO_2 в атмосфері (Niezgodzki et al. 2017), та густої рослинності, яка формує низьке планетарне альбедо з високим поглинанням сонячної енергії. Видовий склад флори відповідав помірному дощовому лісові з середньорічною температурою близько +13°C (Klages et al. 2020).

В Арктиці 72 мільйони років тому також був помірний клімат. Тоді на 80-85° пн.ш. (Flaig et al. 2017; Druckenmiller et al. 2021) середньорічна температура становила близько +6°C, а полярна ніч тривала чотири місяці. На півдні нинішньої Швеції 78 млн. років тому середня температура води коливалася між +15°C взимку та +27°C влітку (Hryhoriev 2021). У районі хребта Ломоносова клімат Арктики 55 мільйонів років тому був субтропічним, влітку температура води була +23°C (V Arktytsi 55 milioniv rokiv tomu mozhna bulo kupatysia pry temperaturi vody 23°C 2020). Озерні відкладення, що сформувалися на кімберлітовому маарі Giraffe (64,73° пн. ш., 109,75° з. д.) у субарктичній Канаді, містять залишки водних організмів у наш час обмежених теплими субтропічними та тропічними районами і велику кількість фітолітів пальм, які росли там незважаючи на тривалу зимову темряву (Siver et al. 2025).

Але 34 мільйони років тому клімат на планеті став холоднішим і сухішим, з більш різкими сезонними коливаннями температур і з більш вираженою широтною зональністю. Виявлені зміни вмісту ^{18}O у кістках тварин відповідають зниженню середньорічних температур з +21°C до +13°C, відбулося і збільшення сезонних температурних коливань (Zanazzi et al. 2007). Приблизно 2,7 млн. років тому в полярних широтах Північної півкулі, як у Євразії, так і в Північній Америці, стали утворюватися масивні льодовики, кордони яких проходили в помірно високих широтах (50–70° пн. ш.). У міру подальшого охолодження планети континентальні льодовики стали настільки масивними, що почати нове міжльодовиків'я могла лише спільна дія кількох факторів, що відбувалася приблизно раз на 100 тис. років (Bintanja, van de Wal 2008, Milankovitch cycles).

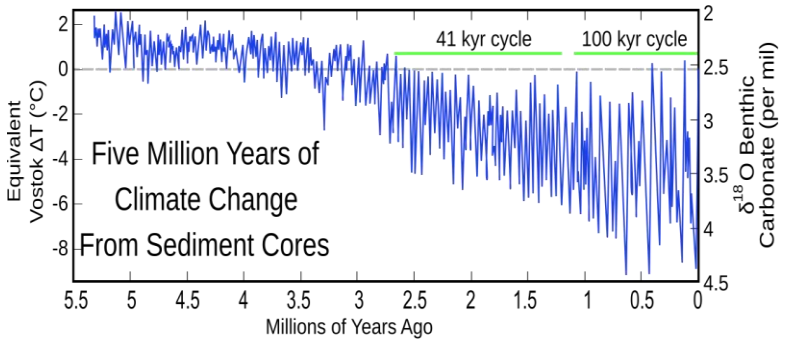

Рис. 1. **П'ять мільйонів років зміни клімату за даними осадових порід. (**Milankovitch cycles)

Величезну кількість кліматичних даних дали гренландські крижані керни. За останні 500 років температури у Гренландії коливалися між потеплінням та

© С. І. Одинець

похолоданням близько 40 разів, із змінами кожні 25–30 років. Серед найбільш помітних змін клімату, зафіксованих у крижаних кернах – 8500 років голоценових температур, які були на 2–5°F вищі за нинішні; 8200-річний холодний період у ранньому голоцені; мінойський теплий період (~3300 років тому); римський теплий період (250 р. до н.е. – 400 р. н.е.); холодний період Темних віків (~400–900 р. н.е.); середньовічний теплий період (900–1300 р. н.е.); малий льодовиковий період (1300 р. н.е. – 20-е століття); холодний період мінімума Вольфа (~1280–1350 рр. н. е.); холодний період Шперера (1460–1550 рр. н. е.); холодний період мінімума Маундера (1645–1710 рр.); холодний період Дальтона (1790–1820 рр.); холодний період 1880–1915 рр.; теплий період 1915–1945 рр.; холодний період 1945–1977 рр.; та теплий період 1978–2000 років. Порівняння інтенсивності та масштабів минулих потеплінь та похолодань клімату показує, що глобальне потепління, що відбулося за останнє століття, зовсім незначне порівняно з масштабами глибоких кліматичних змін за останні 25 000 років. Принаймні чотири потепління були більшими у 6–9 разів, а три в 20–24 рази за потепління останнього сторіччя. Величина сучасного потепління (1978–2000), яке могло бути викликане викидами CO_2, зовсім незначна порівняно з попередніми періодами потеплінь (Easterbrook 2016).

Втім, навіть зараз не можна стверджувати що немає таких коливань. В Антарктиді в наш час реєструються рекордні зниження температури. Мінімальна температура, зареєстрована в 1983 році становила -89,2°C, 10 серпня 2010 року вона дорівнювала -93,2°C, а у 2004 році був зафіксований новий рекорд -98,6°C (Novosti ekologii 2018). І ці показники свідчать не про розігрівання, а скоріше навпаки, про охолодження планети.

З урахуванням цього постає питання адаптування до змін, що відбуваються, зокрема підвищення потенційної пристосованості вирощуваних сільськогосподарських культур до мінливих умов клімату та впливу різних його компонентів: температур (середньомісячних, максимальних, суми активних температур (САТ), кількості та розподілу у часі опадів, гідротермічного коефіцієнта (ГТК) на формування рослинами врожаю в цілому та різних його складових. І тому потрібно регулярно досліджувати можливість реалізації рослинами їхнього генетичного потенціалу в різноманітних умовах тому що те, що зараз вважається екстремальним, через декілька років може стати нормою.

Метою нашої роботи є визначення впливу коливань температур, що відбуваються в чаш час, та інших кліматичних чинників на формуванням основних господарських ознак у гібридів соняшника (*Helianthus annuus L.*) та взаємозв'язку між кліматичними особливостями року і показниками продуктивності.

Матеріали та методи досліджень. У статті подано узагальнені результати випробувань 2013–2018 років гібридних комбінацій соняшника, отриманих у розпліднику відновників фертильності пилку. Дослідження проводились на полях Інституту олійних культур НААН у селекційній сівозміні. Дослід закладався за методикою Б.А. Доспехова (Dospekhov 1979). Схема посіву рослин 70х70 см, по дві рослині в гнізді. Ділянки дворядкові, довжиною 8,4 метри, облікова площа 16,8 м^2.

Дані по температурному режиму, частоті та кількості опадів у 2013–2018 роках одержані співробітниками на метеопосту інституту. Гідротермічний

© С. І. Одинець

коефіцієнт розраховувався за методикою Г.Т. Селянинова (Adamenko 2014) за вегетаційний період соняшника (квітень – вересень):

$$ГТК = R/0,1\sum T,$$

де: R – сума опадів за період з температурами повітря вище +10°С, в мм; $0,1\sum T$ – сума середньодобових температур повітря вище +10°С за той же період.

Результати досліджень та їхнє обговорення. Кліматичні (погодні) умови 2013-2018 років істотно відрізнялися, що позначилося на розвитку рослин та реалізації закладеної в них біологічної продуктивності. Варіювання середньомісячних температур, кількості опадів та середніх значень цих показників за роками дозволило оцінити їх вплив на врожайність гібридних комбінацій, що випробовувалися (табл. 1).

Таблиця 1

Середньомісячні температури та кількість опадів під час вегетації соняшника (2013-2018)

Рік	Квітень		Травень		Червень		Липень		Серпень		Вересень		За вегетаційний період	
	Температура, °С	Опади, мм	Температура, °С	Опади, мм	Температура, °С	Опади, мм	Температура, °С	Опади, мм	Температура, °С	Опади, мм	Температура, °С	Опади, мм	Температура, °С	Опади, мм
2013	13,2	8,0	23,9	35,0	24,7	31,5	26,2	90,5	25,2	0,0	14,9	49,0	21,4	214,0
2014	12,1	48,4	20,2	35,0	22,4	99,5	26,4	11,0	26,8	31,0	18,6	81,0	21,1	305,9
2015	11,2	77,5	19,2	47,5	24,9	140,5	26,6	25,0	26,5	51,0	23,3	0,0	22,0	341,5
2016	15,4	64,0	19,0	67,0	24,5	42,0	26,0	14,0	26,6	0,0	18,0	20,0	21,6	207,0
2017	9,7	121,0	17,4	6,5	23,5	10,0	24,3	45,0	27,1	4,0	19,5	56,0	20,3	242,5
2018	15,0	12,0	20,4	6,0	24,2	36,0	24,2	122,0	25,5	0,0	18,0	90,0	21,2	266,0
Багаторічні показники	10,1	36,0	16,7	42,0	20,7	52,0	22,4	50,0	21,6	41,0	13,3	23,0	17,5	244,0

Як видно з таблиці 1, усереднені показники температури під час проведення досліду постійно перевищували ті, що були отримані за час багаторічних спостережень. Найбільшим це перевищення було у 2015 році, коли різниця за вегетаційний період становила 4,5°С. Трохи меншою вона була у 2016 році – 4,1°С. В інші роки перевищення над багаторічними даними становило 2,8 –3,9°С.

Те саме спостерігалося і по місяцях, хоча й по різному в різні роки. У квітні найвищі середньомісячні температури були відзначені у 2016 р., коли перевищення над багаторічними показниками становило 5,3°С, у травні 2013 – 7,2°С, у червні, липні та вересні 2015 р., відповідно, 4,2°С, 4,2°С та 10,0°С, у серпні 2017 р. – 5,5°С. Решту часу це перевищення було менш значним, за винятком травня 2017 р., коли через дощову погоду відбулося помітне зниження температури.

© С. І. Одинець

Варіювання розподілу опадів було значно більшим. Усі роки спостерігалися як перевищення цього показника над багаторічними даними, так і його зниження, або повна відсутність. У квітні найбільша кількість опадів випала у 2017 р. – 121,0 мм або на 85,0 мм більше за норму, у 2015 та 2016 роках це перевищення було меншим (відповідно, на 41,5 та 28,0 мм), а в 2013 та 2015 рр. опадів випало 8,0°С та 9,7°С, що було менше, ніж звичайно. У травні значне перевищення спостерігалося у 2016 р. – 67,0 мм (на 25,0 мм), також цей місяць був вологим у 2013–2015 рр., коли випало на 35,0, 35,0 та 47,5 мм більше за норму, в той же час у 2017 р. випало лише 6,5 мм, а в 2018 – 6,0 мм. Незважаючи на відсутність опадів у першу та другу декади червня 2015 р., у третій випало 140,5 мм, завдяки чому місячна норма була перевищена на 88,5 мм. Також перевищення норми на 47,5 мм спостерігалось у 2014 році. В інші роки кількість опадів, що випали в цьому місяці, була нижчою від середньобагаторічної. У липні 2014–2017 років опадів було менше норми, натомість у 2013 та 2018 рр. їх цього місяця було набагато більше – відповідно, 90,5 мм, з яких 68,0 мм випало в першій декаді та 122,0 мм, з яких 72,0 мм – в останній декаді. Серпень за роки спостереження виявився найпосушливішим місяцем, у 2017 р. – 4,0 мм, а у 2013, 2016 та 2018 роках опадів не було зовсім, лише у 2015 р. випало 51,0 мм та у 2014 – 31,0 м. У вересні кількість опадів коливалася від 0,0 мм у 2015 р. до 81,0 мм у 2014 та 90,0 мм у 2018 році. Загальна кількість опадів за вегетаційний період соняшнику у 2016 р. (207,0 мм) становила лише 66,7% від показників 2015 р. (341,5 мм).

На підставі отриманих даних були розраховані суми активних температур (САТ) та гідротермічні коефіцієнти (ГТК) (табл. 2). Потреба соняшника у теплі залежить від тривалості вегетації рослин. Підрахунок САТ визначає можливість зростання рослин у даних умовах і становить для соняшника не менше, ніж 1450 °С (Aktyvni temperatury; Vy`rashchyvanie podsolnechnika v usloviyakh zasukhi).

Загальна кількість опадів, що випала в цілому за сезон коливалась від 207,0 мм у 2016 році до 341,5 мм у 2015, а середні температури від 20,3°С у 2017 р. до 22,0°С у 2015. Відповідно САТ варіювала від 3712,7°С у 2017 до 4028,7°С у 2015 р., а ГТК від 0,52 в 2016 до 0,85 в 2015 р.

Варіювання вище вказаних показників за роками та напротязі вегетації культури дозволили дослідити взаємозв'язок між кліматом і показниками продуктивності соняшника.

За літературними даними на теперішній час за співвідношенням показників тепла та вологи територія України поділяється на такі агрокліматичні зони: Полісся — помірно тепла зона, річна сума опадів становить 596–760 мм; ГТК 1,3–2,2, сума температур 2500; Лісостеп — тепла, недостатньо волога зона, річна сума опадів 575–650 мм; ГТК 1,0–1,3, сума температур 2700; Степ (північний та південний) — дуже тепла зона, річна сума опадів 350–540 мм; Степ північний ГТК 0,7–1,0, сума температур 3000; Степ південний ГТК 0,5–0,7, сума температур 3150 (Adamenko 2014).

Але отримані нами дані були зовсім іншими. З таблиць 1 та 2 видно, що найменша кількість опадів за шість місяців (квітень–вересень) випала 2016 р. і склала лише 207,0 мм, а максимальна 2015 – 341,5 мм; мінімальна сума активних температур спостерігалась у 2017 р. – 3712,7°С, а максимальна у 2015 – 4028,7 °С; гідротермічний коефіцієнт варіював від 0,52 у 2016 році до 0,85 у

© С. І. Одинець

2015. Тобто в цілому всі ці роки умови були або посушливими, коли ГТК дорівнював 0,79–0,85, або дуже посушливими – 0,52–0,68.

Таблиця 2

Суми активних температур та гідротермічні коефіцієнти за місяцями та роками випробувань (2013-2018 рр.)

	Квітень		Травень		Червень		Липень		Серпень		Вересень		За сезон	
	САТ	ГТК	САТ	ГТК	САТ	ГТК	САТ	ГТК	САТ	ГТК	САТ	ГТК	САТ	ГТК
2013	365,5	0,22	630,2	0,56	739,3	0,46	788,0	1,15	788,0	0,00	436,9	1,12	3804,9	0,56
2014	299,3	1,62	629,7	0,56	671,2	1,48	821,0	0,13	825,7	0,38	541,0	1,50	3867,6	0,79
2015	220,3	3,52	598,7	0,79	747,3	1,88	827,7	0,30	822,3	0,62	697,7	0,00	4028,7	0,85
2016	442,0	1,45	587,7	1,14	733,7	0,57	806,0	0,17	823,7	0,00	529,7	0,38	3950,3	0,52
2017	169,7	7,13	540,0	0,12	705,0	0,14	757,3	0,59	834,3	0,05	569,0	0,98	3712,7	0,65
2018	417,7	0,29	633,7	0,09	725,3	0,50	747,7	1,63	790,0	0,00	523,0	1,72	3887,0	0,68
Сер.	319,1	2,37	603,3	0,54	720,3	0,84	791,3	0,66	814,0	0,18	549,6	0,95	3875,2	0,68

Це дозволило проаналізувати вплив як високих температур, так і нестачі вологи. Середні значення показників продуктивності за роками представлені в таблиці 3.

Таблиця 3

Усереднені показники продуктивності гібридів соняшника (2013–2018)

Рік	Маса насіння з 1 рослини, г	Урожайність, т/га	Олійність насіння,%	Вихід олії, т/га
2013	91	3,193	46,5	1,489
2014	54	1,909	44,9	0,901
2015	81	2,952	49,7	1,455
2016	62	2,080	47,0	0,979
2017	60	2,254	47,6	1,074
2018	67	2,475	45,4	1,127

На підставі даних, наведених у таблицях 1–3 було проведено аналіз взаємозв'язку між погодними факторами та показниками продуктивності соняшнику. Аналіз отриманих результатів показує, що для формування різних показників сприятливими були різні роки. Найкращими роками для формування маси насінин з однієї рослини, врожайності та виходу олії з одиниці площі виявився 2013 р., а для олійності 2015 р. Саме тоді досліджувані гібридні комбінації мали найвищі показники продуктивності.

Найвищі за шість років випробувань показники маси насіння з однієї рослини (91 г), врожайності (3,193 т/га) та, відповідно, вихід олії (1,489 т/га) були отримані у 2013 році, який характеризувався малою кількістю опадів – 214 мм за вегетаційний період, невисокою сумою активних температур – 3804,9°С і, відповідно, гідротермічним коефіцієнтом 0,56. Менша кількість опадів (207,0

© С. І. Одинець

мм) та нижчий ГТК (0,52) була лише у 2016 р., а середньомісячні температури (20,3°С) та САТ (3712,7°С) у 2017 році.

Максимальні значення всіх без винятку кліматичних показників були зареєстровані у 2015 р. – кількість опадів становила 341,5 мм, середньомісячна температура – 22,0°С, САТ – 4028,7°С, ГТК – 0,85. Цього року було отримано найвищі значення олійності насіння – 49,7%; показники маси насіння з рослини – 81 г, врожайності 2,952 т/га та виходу олії – 1,455 т/га, хоч і були високими, але поступалися значенням 2013 року.

В 2016 році при найнижчих показниках за вегетаційний період кількості опадів (207,0 мм) і ГТК (0,52) незважаючи на те, що була дуже низька врожайність, середні по досліду показники ваги насіння з 1 рослини (62 г) та його олійності (47,0%) були досить високими. В 2013, 2014 і 2018 роках середня по досліду олійність насіння була нижчою, а маса насіння, одержаного з 1 рослини, – у 2014 і 2017 роках.

З шести років, коли проводились випробування, за температурними показниками найбільше виділяється 2015 р., коли середня температура за час вегетації соняшника склала 22,0°С, а САТ дорівнювала 4028,7. Якщо підвищення температур діє пригнічуюче на рослини, то цього року показники продуктивності мали бути найгіршими. Але за результатами наших аналізів виявилося що саме цього року було найвище накопичення олії в насінні, середній показник становив 49,7%, в той час як у більш прохолодні роки він був нижчим і варіював від 44,9% до 47,6%. Якщо відобразити у відсотках зміни у формуванні показників продуктивності між найбільш контрастними за температурою 2015 та 2017 роками, то у більш спекотний 2015 рік маса насіння, отриманого з однієї рослини досягала 135,0% від відповідного показника 2017 року, олійність насіння –104,5%, урожайність – 131,0%, вихід олії – 135,5%.

Також не дуже спекотним був 2014 р., коли середня за вегетаційний період температура була 21,1°С, а САТ дорівнювала 3867,6. І при цьому в порівнянні з найспекотнішим 2015 р. усі без винятку показники продуктивності досліджуваних гібридів були набагато нижчими: врожайність дорівнювала лише 64,7%, маса насіння з рослини 66,7%, олійність насіння 90,2%, вихід олії 61,9%.

Основними компонентами насіння соняшнику є олія та білок, котрі перебувають у стані рухомої рівноваги – в роки з високою олійністю насіння вміст білка в ньому невисокий. Сумарний вміст жиру та білка становить приблизно 83 %. Рясні опади сприяють більшому накопиченню олії, посуха – білка (Volf 1972, Aguiresabal et al. 1985). За даними А.К. Фурсової накопичення олії в насінні здійснюється протягом усього періоду його наливу (в середньому 40±3 дні). У різні за гідротермічним режимом роки спостерігаються відмінності в тривалості накопичення і, отже, вмісту олії в насінні. Волога, від якої залежить процес наливу та формування сухої речовини в насінні, накопичується в ньому протягом 10–13 днів після цвітіння (Fursova 1993), тому важливе значення мають дощі в червні та на початку липня. А в кінці періоду дозрівання позитивний вплив на формування врожаю мають відсутність опадів та низька вологість повітря.

Визначення нами взаємозв’язку показників продуктивності соняшнику із усередненими кліматичними чинниками показало, що найбільш значуща позитивна кореляція існує лише з температурою. Коефіцієнт кореляції врожайності становив 0,418, вихід олії 0,450, маси насіння з рослини 0,500.

© С. І. Одинець

Тільки за олійністю насіння кореляція була вищою із САТ – 0,374, тоді як із середньою температурою – 0,349.

Але якщо проаналізувати кореляцію із середньомісячними показниками, то результати будуть зовсім іншими.

Висока позитивна кореляція відзначена між урожайністю та середньомісячною температурою червня – коефіцієнт кореляції дорівнює 0,741, САТ 0,742, нижче – із температурами травня 0,596, липневими опадами 0,478 та ГКТ 0,449. Негативна кореляція простежується із серпневими температурами -0,667 та САТ -0,593. Олійність насіння позитивно корелює із середніми температурами і САТ червня (відповідно 0,615 та 0,632) та вересня (0,682 та 0,717) та негативно з вересневими опадами -0,882 та ГТК -0,893. Вихід олії має позитивну кореляцію із середньомісячними температурами травня (0,516) і температурами та САТ червня (0,740 та 0,743) та негативну з температурами серпня -0,566 і вересневими опадами -0,457. На масу насіння з рослини позитивно впливають середньомісячна температура та САТ червня – коефіцієнти кореляції 0,771 і 0,767, температури травня 0,671, липневі опади 0,417, а негативно температури та САТ серпня – -0,695 і -0,610, дещо менше вересневі опади -0,415.

На підставі даних спостережень можна зробити висновок, що найбільш важливими для формування врожаю соняшнику чинниками є температури червня та опади перших двох літніх місяців. Нестача вологи в даний період виявляється критичним показником, компенсувати який не можуть опади, що випали в інший час.

Все це свідчить про те, що фізіологічні процеси, що протікають у рослинах, та пов’язані з ними господарсько-цінні показники залежать не від одного, а від цілого ряду факторів, як біологічних, так і агрокліматичних. Через різне їх поєднання під час проходження певних фаз розвитку рослини по різному реалізують те, що в них закладено селекціонерами, а отже, ніколи напевне не можна передбачити, яким буде вихід товарної продукції.

Висновки. Коливання температур є цілком природним процесом і соняшник чудово адаптується до підвищення температур.

Встановлено високий позитивний зв'язок між врожайністю та температурами травня, коефіцієнт кореляції 0,596, червня 0,741 і негативний з температурами серпня -0,667.

Олійність насіння позитивно корелює з температурами і САТ червня (0,615 та 0,632) і вересня (0,682 і 0,717) і негативно з опадами та ГТК вересня (-0,882 і -0,893).

Одержання насіння з рослини позитивно корелює з температурами травня 0,671, червня 0,771 і негативно з температурами серпня -0,695 і ГТК -0,610.

Як позитивний, так і негативний вплив температур на рослини обумовлюється часом, тобто поєднанням з проходженням рослинами фаз розвитку.

References

Adamenko TI (2014) Ahroklimatychne zonuvannia terytorii Ukrainy z vrakhuvanniam zminy klimatu. (Agroclimatic zoning of the territory of Ukraine taking into account climate change.) Kyiv. Vydavnytstvo TOV «RIA» BLITS m. Bila Tserkva, 18 s.

Aktyvni temperatury (Active temperatures). https://vue.gov.ua/

© С. І. Одинець

Agius Matthew Ward (2023) “Couldn’t be more timely”: new data record shows marked decline in sea ice. 29.05.2023. https://cosmosmagazine.com/earth/oceans/couldnt-be-more-timely-new-data-record-shows-marked-decline-in-sea-ice/

Aguiresabal L, Cardanali FS et al. (1985) Influencia del tamano de aquenio sorbe crecimiento rendimiento de la planta girsol (H. annuus L.). Actas. II Int. Sonflower Conf. Buenos Aires: 39-43

Arktyka nevblahanno "khudne". Vcheni pokazaly dokladne vytonchennia morskoho lodu za ostanni 30 rokiv (The Arctic is inexorably "thinning." Scientists have shown a detailed thinning of sea ice over the past 30 years). 29.04.2023. https://focus.ua/uk/technologies/569270-arktika-nevblaganno-hudne-vcheni-pokazali-dokladne-vitonchennya-morskogo-lodu-za-ostanni-30-rokiv

Bintanja R, van de Wal RSW (2008) North American ice-sheet dynamics and the onset of 100,000-year glacial cycles // Nature. 454: 869–872 (14 August). (Nature. 2008 Aug 14;454(7206):869-72. DOI: 10.1038/nature07158.) https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18704083/

Borisihina K (2025) Hotyat zatemnit Solntse. Velikobritaniya gotovitsya k provedeniyu masshtabnogo eksperimenta dlya borbyi s izmeneniem klimata (They want to darken the Sun. Britain is preparing to conduct a large-scale experiment to combat climate change). 25.04.2025. https://techno.nv.ua/popscience/velikobritaniya-odobrit-eksperimenty-po-zatemneniyu-solnca-dlya-borby-s-klimatom-50508876.html.

Dospekhov BA (1979) Metodika polevogo opyta (Field experiment methodology). M. Kolos: 419 s.

Druckenmiller PS, Erickson GM, Brinkman D, Brown CM, Eberle JJ (2021) Nesting at extreme polar latitudes by non-avian dinosaurs // Current Biology. DOI: 10.1016/j.cub.2021.05.041.

Easterbrook DJ (2016) Evidence-Based Climate Science (Second Edition). Data Opposing CO2 Emissions as the Primary Source of Global Warming: 137-160. Chapter 8 - Temperature Fluctuations in Greenland and the Arctic. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128045886000082

Flaig PP (2017) A Paleopolar Dinosaur Track Site in the Cretaceous (Maastrichtian) Prince Creek Formation of Arctic Alaska: Track Characteristics and Probable Trackmakers.

Forster A, Schouten S, Baas M & Sinninghe Damsté JS (2007) Mid-Cretaceous (Albian–Santonian) sea surface temperature record of the tropical Atlantic Ocean. Geology 35: 919–922

Fursova AK (1993) Biologiya semyaobrazovaniya podsolnechnika (Biology of sunflower seed formation) Harkov. Gos. agrar. un-t. 199 s.

Gaydamashko A (2025) Novyiy sposob spasti klimat: Britaniya zapustila ustanovku, kotoraya vyityagivaet uglerod iz okeana (New way to save the climate: Britain launches installation that pulls carbon from the ocean). 2.05.2025. https://24tv.ua/tech/ru/uchenye-zapustili-ustanovku-dlja-vykachivanija-ugleroda-iz-okeana-dlja-borby-s-izmeneniem-klimata-tehno_n2804326

Hryhoriev V (2021) Vcheni ziasuvaly, v yakomu klimati zhyly dynozavry (Scientists have found out in what climate dinosaurs lived). Nauka. 14.06.2021 https://meta.ua/uk/news/science/14530-vchen-zyasuvali-v-yakomu-klmat-zhili-dinozavri/

© С. І. Одинець

Kitova T (2025) Ostannii shans vriatuvaty Zemliu: vcheni hotuiutsia pomistyty Arktyku u hihantsku "morozylnu kameru" (Last chance to save Earth: Scientists prepare to put the Arctic in a giant "freezer"). 09.05.2025 https://focus.ua/uk/technologies/705398-ostanniy-shans-vryatuvati-zemlyu-vcheni-gotuyutsya-pomistiti-arktiku-u-gigantsku-morozilnu-kameru?utm_source=ukrnet_news

Klages JP, Salzmann U, Bickert T et al. (2020) Temperate rainforests near the South Pole during peak Cretaceous warmth. // Nature. DOI: 10.1038/s41586-020-2148-5.

https://eprints.soton.ac.uk/440623/1/Klages_etal_Late_Cretaceous_ASE_accepted_version.pdf

Knapton S (2025) Experiments to dim the Sun will be approved within weeks. 22 April 2025. https://www.telegraph.co.uk/news/2025/04/22/experiments-to-dim-the-sun-get-green-light/

Milankovitch cycles. https://en.wikipedia.org/wiki/Milankovitch_cycles

Niezgodzki I (2017) Late Cretaceous climate simulations with different CO2 levels and subarctic gateway configurations: A model-data comparison. Paleoceanography 32: 980–998

Novosti e`kologii: Polyarniki zafiksirovali temperaturu, kotoraya opustilas` pochti do -100 gradusov (Ecology news: Polar explorers recorded temperatures that dropped to almost -100 degrees). 29.06.2018. www.segodnya.ua

O'Brien CL (2017) Cretaceous sea-surface temperature evolution: Constraints from TEX86 and planktonic foraminiferal oxygen isotopes. Earth-Sci. Rev. 172: 224–247.

Siver PA, Reyes AV, Pisera A, Buryak S, Wolfe AP (2025) Palm phytoliths in subarctic Canada imply ice-free winters 48 million years ago during the late early Eocene. 10.02. Annals of Botany, mcaf021, https://doi.org/10.1093/aob/mcaf021

Tarduno JA et al. (1998) Evidence for Extreme Climatic Warmth from Late Cretaceous Arctic Vertebrates. Science. 282: 2241–2243

V Arktytsi 55 milioniv rokiv tomu mozhna bulo kupatysia pry temperaturi vody 23°C (In the Arctic 55 million years ago, it was possible to swim at a water temperature of 23°C). 1 Zhovtnia 2020. Velyka Epokha. https://www.epochtimes.com.ua/naukovi-doslidzhennya/v-arktyci-55-milyoniv-rokiv-tomu-mozhna-bulo-kupatysya-pry-temperaturi-vody-23degc-58338

Volf VH Soniashnyk (Sunflower). K.: Urozhai. 1972. 228 s.

Vy`rashchyvanie podsolnechnika v usloviyakh zasukhi (Growing sunflowers in drought conditions). https://yablukom.ua/interesno-znat/vyirashhivanie-podsolnechnika-v-usloviyah-zasuhi/

Vcheni vyvchaiut zatemnennia Sontsia dlia borotby z poteplinniam (Scientists are studying solar eclipses to combat warming). 01.05.2025. https://newsyou.info/2025/05/vcheni-vivchayut-zatemnennya-soncya-dlya-borotbi-z-poteplinnyam

Zanazzi A, Kohn MJ, MacFadden BJ, Terry DO (2007) Large temperature drop across the Eocene–Oligocene transition in central North America // Nature. 08.02. 445: 639–642. https://experts.boisestate.edu/en/publications/large-temperature-drop-across-the-eocene-oligocene-transition-in-.

© С. І. Одинець

VARIATION OF CLIMATE FACTORS AND THEIR INFLUENCE ON THE PRODUCTIVITY INDICATORS OF SUNFLOWER HYBRIDS

S. I. Odinets
Institute of Oilseed Crops of the National Academy of Sciences Ukraine

The article shows long-term temperature variation and the fact that this is a completely natural process and presents the results of a six-year test of sunflower hybrids obtained in the fertility restorer nursery. The influence of weather conditions on the productivity indicators of sunflower hybrid combinations is analyzed. The sums of active temperatures (SAT) and hydrothermal coefficients (HTC) of the growing season of sunflower by year are calculated. Average temperatures for the season ranged from 20.3 in 2017 to 22.0 in 2015, respectively, the SAT was 3712.7 and 4028.7 degrees, the amount of precipitation from 207.0 mm in 2016 to 305.9 mm. Sunflower adapts well to increasing temperatures. According to the results of the analysis, the hottest year of 2015 had the highest accumulation of oil in seeds, the average indicator was 49.72%, while in cooler years it was lower and varied from 44.85% to 47.59%. It was shown that the productivity of sunflower is influenced not by the indicators averaged over the season, but by the weather conditions of individual months. A high positive relationship was established between yield and temperatures in May, the correlation coefficient was 0.596, June 0.741 and a negative one with temperatures in August -0.667. Seed oil content is positively correlated with temperatures and SAT in June (0.615 and 0.632) and September (0.682 and 0.717) and negatively correlated with precipitation and SST in September (-0.882 and -0.893). Seed yield from a plant is positively correlated with temperatures in May (0.671), June (0.771) and negatively correlated with temperatures in August (-0.695) and SST (-0.610).

Key words: sunflower, climate, temperatures, temperature fluctuations, precipitation, sum of active temperatures (SAT), hydrothermal coefficient (HTC), yield, oil content, oil yield.

© С. І. Одинець