

5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.

6. ДСТУ 4794:2007. Квасоля. Технологія вирощування. Загальні умови. Київ : Держстандарт України, 2009. 10 с.

7. Посыпанов Г.С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха: справочное пособие. М.: Агропромиздат, 1991. 300 с.

УДК 551.582; 631.6; 631.5

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.130.29>

ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ ПІСЛЯЖНИВНОГО ПЕРІОДУ СУХОСТЕПОВОЇ ПРИРОДНО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

Рудік О.Л. – д.с.-г.н., доцент,

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства

Національної академії аграрних наук України

Рівень використання природних і агрономічних ресурсів визначає продуктивність землеробства на зрошуваних землях, а прогнозування забезпеченості післязбирального періоду основними факторами життя є передумовою отримання додаткового врожаю. Метою роботи є оцінка наявних агрокліматичних ресурсів та прогнозування теплового забезпечення післяжнивного періоду Сухостепової зони України для його більш повного використання обґрунтованим підбором та розміщенням сільськогосподарських культур. Робота здійснена на основі наукового підходу із використанням монографічного, аналітичного, порівняльного та статистичних методів. Аналіз динаміки виконаний шляхом порівняння середніх багаторічних характеристик агрометеорологічних показників за три тридцятирічні базові періоди. Доведено, що обґрунтований підбір культур та їх сортового складу для післяжнивного вирощування повинен базуватися на моделях прогнозування теплозабезпеченості даного періоду. Кореляційний аналіз агрокліматичних умов вегетаційного періоду виявив значну та сильну залежність окремих метеорологічних показників із забезпеченістю тепловими ресурсами післязбирального періоду. Встановлено, що сума ефективних та активних температур за післяжнивний період, має слабкий та помірний кореляційний зв'язок із середньомісячною температурою повітря й індексом атмосферної посушливості за квітень та травень тоді як за червень спостерігається зростання коефіцієнту до значного рівня. Найвищі значення коефіцієнту кореляції зазначених метеорологічних показників червня відмічені за базовий період 1992–2021 рр. Побудовані лінійні регресійні моделі залежності суми активних та ефективних температур впродовж збереженого післяжнивного періоду, що мають достатню точність ($R^2=0,69-0,70$). Запропонована виробництву оптимізована модель для визначення суми активних температур післяжнивного періоду пшениці озимої. Представлені моделі розрахунку суми активних та ефективних температур повітря дозволяють із високим рівнем достовірності передбачати температурні умови при розміщенні культур при використанні як попередника пшениці озимої. Запровадження даного прогнозування, аргументованим підбором культур та їх сортового складу, сприяє більш продуктивному використанню природних ресурсів та підвищенню урожайності в умовах зрошення.

Ключові слова: післязбиральний період, сума середньодобових температур, гідротермічні умови, індекси посушливості, кореляційно-регресійний аналіз, лінійна модель, прогноз агроресурсів.

Rudik O.L. Forecasting of heat supply in the post-harvest period of the Dry Steppe naturally agricultural zone of Ukraine

The level of using of natural and agronomic resources determines the productivity of agriculture on irrigated lands, and forecasting the provision of basic life factors in the post-harvest period is a prerequisite for obtaining an additional harvest. The purpose of the work is to assess the available agroclimatic resources and forecast the thermal supply of the post-harvest period of the Dry Steppe zone of Ukraine for its fuller using by reasoned selection and placement of agricultural crops. The work was carried out on the basis of a scientific approach using monographic, analytical, comparative and statistical methods. The dynamics analysis was performed by comparing the average long-term characteristics of agrometeorological indicators for three thirty-year base periods. It has been proven that a reasonable selection of crops and their varietal composition for post-harvest cultivation should be based on forecasting models of heat supply for the given period. Correlation analysis of agroclimatic conditions of the growing season revealed a significant and strong dependence of individual meteorological indicators on the availability of thermal resources in the post-harvest period. It was established that the sum of effective and active temperatures for the post-harvest period has a weak and moderate correlation with the average monthly air temperature and atmospheric aridity index for April and May, while in June the coefficient increases to a significant level. The highest values of the correlation coefficient of the specified June meteorological indicators were recorded for the base period of 1992–2021. Linear regression models of the dependence of the sum of active and effective temperatures during the calculated post-harvest period with sufficient accuracy ($R^2=0.69-0.70$) were constructed. An optimized model for determining the sum of active temperatures in the post-harvest period of winter wheat is proposed for production. The presented models for calculating the sum of active and effective air temperatures allow predicting with a high level of reliability the temperature conditions when placing crops when used as a precursor of winter wheat. The introduction of this forecasting, based on the selection of crops and their varietal composition, contributes to a more productive use of natural resources and an increase in productivity under irrigation conditions.

Key words: *post-harvest period, sum of average daily temperatures, hydrothermal conditions, aridity indices, correlation-regression analysis, linear model, forecast of agricultural resources.*

Постановка проблеми. Сучасний рівень аграрного виробництва передбачає високу ефективність використання наявного ресурсного потенціалу господарства – як його виробничих можливостей так і агрокліматичних ресурсів відповідної території. Ми свідомі, що науково-технічний прогрес та відповідне зростання рівня землеробства, інформатизація аграрного виробництва дозволяють повніше використовувати зональні абіотичні фактори та підвищувати стійкість рослинництва до несприятливих метеорологічних умов.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Із зростанням технічного рівня, культури землеробства посилюється значення агрометеорологічних прогнозів та розширюється сфера їх застосування. Прикладом таких змін може бути практика запровадження в умовах зрошення проміжних посівів [1]. Українські аграрії накопили практичний досвід післяжукісного та навіть післяжнивного вирощування сільськогосподарських культур для отримання кормів, зелених добрив, овочів. Однак більший практичний інтерес представляє вирощування повноцінної зернові, фуражної та олійної сировини, особливо при розміщенні таких посівів після зернових колосових культур, частка яких на зрошенні є надзвичайно високою. За таких умов додатковим своєрідним обмежуючим чинником виступає фактор часу, як категорія що лімітує гідротермічні та радіаційно-світлові ресурси, визначає можливий вбір культур, їх сортовий та гібридний склад, технологію вирощування тощо. За таких обставин в умовах зрошення передбачення залишкових, насамперед теплових ресурсів території, набуває важливого практичного значення. У цілому методологія оцінки агрокліматичних ресурсів регіону достатньо складна через об'єктивно зумовлену динамічність та невизначеність. Також неможливо ігнорувати факт наявних кліматичних змін, які спостерігаються

впродовж останніх десятиліть на глобальному та регіональному рівнях [2; 3]. Відомо достатньо багато спеціальних досліджень щодо оцінки агрокліматичних ресурсів з позиції оптимізації розміщення та вирощування у різних зонах польових, овочевих та плодкових культур [4; 5; 6]. Однак вони мали за об'єкт досліджень основний період вирощування культур, тоді як увага залишковому післязбиральному періоду, в найбільш цікавій у цьому плані Сухостеповій природно-сільськогосподарській зоні України, приділена недостатня, тим більш, зважаючи на загальну тенденцію глобального потепління [7].

Рослинництво більш ніж будь яка інша галузь народного господарства залежне від метеорологічних умов. Агрокліматичні ресурси є базовими для побудови технології вирощування, планування провідних господарських заходів для одержання високих і сталих врожаїв. Прогнозування термічних ресурсів потенційного виробничого періоду сприятиме найбільш раціональному використанню кліматичних та погодних умов для якнайвищої ймовірності гарантованого досягнення передбачуваної продуктивності сільськогосподарських культур в таких специфічних умовах. Розробка та освоєння виробничниками простих за методикою виконання та доступною вхідною інформацією методів прогнозування є основою як для адаптивних технологій вирощування так і раціонального використання агрокліматичних ресурсів відповідних природно-сільськогосподарських провінцій [8].

Метою досліджень є оцінка агрокліматичних ресурсів та прогнозування теплового забезпечення післяжнивного періоду Сухостепової зони України з метою його використання для управління вирощуванням різних груп сільськогосподарських культур. Об'єктом дослідження є визначальні для умов росту й розвитку рослин та формування їх продуктивності теплові ресурси післязбирального періоду.

Матеріали та методика досліджень. Робота виконана на основі наукового підходу із використанням монографічного, аналітичного, порівняльного та статистичних методів, Джерелом вихідної інформації є результати спостережень Херсонського центру гідрометеорології України. Аналіз динаміки проводився шляхом порівняння середніх багаторічних характеристик агрометеорологічних показників. Базовими були визначені рекомендовані Всесвітньою метеорологічною організацією, як кліматична норма, метеорологічні значення за період 1961–1990 рр. та поточні середні значення.

Результати досліджень. Відомі методи прогнозу забезпеченості теплом вегетаційного періоду що базується на виявлених співвідносних зв'язках між строками початку весни і загальною кількістю тепла [9, 10].

Загальними їх недоліками є складність розрахунків та потреба у спеціальній вихідній інформації, яка не поширена у вільному доступі. На нашу думку більшого практичного значення набудуть методи, що базуються на динаміці температурного режиму та надходженні опадів, які і обумовлюють можливість формування другого врожаю. Найбільш важливим є період активної вегетації що являє собою частину сезону між датами із температурою повітря більше 10°C, оскільки саме за таких умов відбувається найінтенсивніший ріст і розвиток рослин. Так за початок та завершення вегетаційного періоду в роботах Ф. Ф. Давітая прийнято дати переходу температури повітря через 10°C. Дослідженням було встановлено, що між датою переходу температури повітря через 10°C та кількістю тепла, відображеної сумою температур вище 10°C ($\Sigma t > 10^\circ\text{C}$), існує зв'язок, який у більшості географічних зон відображається високими значеннями коефіцієнтів кореляції [11].

Фундаментальним є те, що автором науково обґрунтовано залежність тривалості вегетаційного періоду від дати початку весни. Це дало йому можливість передбачити суму температур вище 10°C за вегетаційний період чи окремий його проміжок та тривалість вегетаційного періоду.

Подібні емпірико-статистичні моделі мають непогану справджуваність оскільки враховують найважливіші фактори що визначають не тільки поточні умови вирощування, але й закономірності онтогенетичних змін рослин [12].

Тому даний підхід, на нашу думку, може бути використаний для передбачення тривалості та теплозабезпеченості, і відповідно господарського значення післяжнивного періоду, оскільки відомо, що значного щорічного коливання зазнають ресурси тепла та вологи, тоді як для фотосинтезу рослин світлові ресурси на більшості території є достатніми. Тому при оцінці теплозабезпеченості післяжнивного періоду аналізу та залученню до моделі більш підлягають такі агрометеорологічні показники як дати початку та завершення циклу, суми активних та ефективних температур, гідротермічні індекси. Однак якщо припинення вегетації післяжнивного періоду зумовлене переходом температур нижче біологічного мінімуму, то початок пов'язаний із збиранням попередньої культури. Однак практичний досвід свідчить, що він також залежить від поточних умов навколишнього середовища. Численними дослідженнями встановлено, що швидкість розвитку рослин найчастіше визначається ходом термічного режиму, хоча важливим є також вплив вологозабезпеченості. Так за результати аналізу агрометеорологічних умов при вирощуванні олійних культур (соняшника, льону олійного, сафлору красильного) тривалість міжфазних періодів залежала від таких факторів зовнішнього середовища, як тепло й волога, тоді як у період формування генеративних органів найбільший вплив встановлений що до гідротермічного коефіцієнту [13].

Для оцінки температурних умов та теплових ресурсів традиційно використовують межі температурних умов за яких можливі процеси життєдіяльності рослин – температура початку росту (біологічний мінімум) і максимальна температура. Для перспективних у післяжнивному вирощуванні культур таких як просо, соняшник, соя біологічним мінімумом є +10°C, що покладено в основу представлених подальших розрахунків. Тому практичний інтерес для запровадження післяжнивних технологій мають дослідження зміни суми активної температури повітря. Їх розрахунок за період виконаний шляхом множення середньої місячної температури повітря на кількість днів певного місяця, а сума температури частину місяця розрахована шляхом множення середньої місячної температури на число днів, цього відрізка часу.

Зважаючи на високу залежність тривалості вегетації культур від кліматичних умов актуальною є також оцінка умов вирощування за багаторічними комплексними показниками, які більш об'єктивно відображають вплив погодних умов на протікання продукційних процесів. Так для оцінки посушливості сезону або певного часового періоду застосовуються достатньо широкий спектр коефіцієнтів. За результатами досліджень Д. А. Педь запропонував використовувати загальний індекс посушливості (сухості та зволоження) (Si), що розраховується як різниця аномалій температури, опадів та запасів вологи ґрунту [14].

Посушливий стан відображають додатні значення Si тоді як вологі умови характеризуються від'ємними значеннями індексу. Оскільки в умовах зрошення головну роль відіграє атмосферна посушливість (Sa), для оцінки післяжнивного періоду саме ця частина балансу має визначальне значення, що дозволяє розглядати її окремо як різницю аномалій температури та опадів [16].

$$S_a = \frac{\Delta T}{\sigma_T} - \frac{\Delta R}{\sigma_R}, \quad (1)$$

де: ΔT ; ΔR відхилення середньомісячних значень відповідно температури повітря (о С) та опадів (мм);

σ_T ; σ_R – середньоквадратичне відхилення середньомісячних значень відповідно температури повітря (°С) та опадів (мм) [15].

Аналітичні групування показників, статистичні індекси не дають повної кількісної характеристики впливу окремих факторів на зміни рівня теплового забезпечення періоду, що зумовило необхідність застосування кореляційно-регресійного методу (табл. 1).

Кореляційний аналіз ступеня та характеру зв'язку між окремими агрометеорологічними показниками свідчить про наявність деяких особливостей. Впродовж 1945–2021 рр. сума ефективних та активних температур за липень-жовтень, як потенційного післяжнивного періоду, мала слабкий та помірний кореляційний зв'язок із середньомісячною температурою повітря за квітень та травень тоді як за червень спостерігалось зростання до значного рівня. Закономірно, що такий зв'язок із місяцями періоду липень-вересень є сильним. Більш високі значення коефіцієнту кореляції в червні та липні-вересні були відмічені також впродовж наступних аналізованих періодів в 1961–1990 та 1992–2021 рр. Така особливість на нашу думку зумовлена циклічністю термодинамічних процесів атмосфери та може бути використана для прогнозування забезпеченості тепловими ресурсами післяжнивного періоду.

Таблиця 1

Кореляційні зв'язки середньомісячної температури повітря та термічних умов післяжнивного періоду

Сума температур за післяжнивний період	Середня температура повітря місяця, (°С)					
	IV	V	VI	VII	VIII	IX
	1945–2021 рр.					
$\Sigma T_{\text{ефект. (VII-X)}}$	0,29	0,22	0,53	0,74	0,74	0,77
$\Sigma T_{\text{актив. (VII-X)}}$	0,32	0,27	0,56	0,77	0,81	0,76
$\Sigma T_{\text{ефект. (розрахунковий)}}$	0,50	0,47	0,68	0,70	0,76	0,69
$\Sigma T_{\text{актив. (розрахунковий)}}$	0,45	0,41	0,58	0,60	0,65	0,62
	1961–1990 рр.					
$\Sigma T_{\text{ефект. (VII-X)}}$	0,24	0,35	0,42	0,62	0,70	0,63
$\Sigma T_{\text{актив. (VII-X)}}$	0,32	0,45	0,51	0,66	0,76	0,63
$\Sigma T_{\text{ефект. (розрахунковий)}}$	0,56	0,61	0,54	0,53	0,73	0,61
$\Sigma T_{\text{актив. (розрахунковий)}}$	0,46	0,45	0,40	0,43	0,60	0,59
	1992–2021 рр.					
$\Sigma T_{\text{ефект. (VII-X)}}$	0,44	0,13	0,47	0,72	0,64	0,82
$\Sigma T_{\text{актив. (VII-X)}}$	0,41	0,11	0,42	0,77	0,70	0,82
$\Sigma T_{\text{ефект. (розрахунковий)}}$	0,55	0,39	0,66	0,68	0,65	0,70
$\Sigma T_{\text{актив. (розрахунковий)}}$	0,47	0,35	0,60	0,60	0,51	0,59

Враховуючи, що фактичний початок післяжнивного періоду визначається термінами збирання попередника, які суттєво залежать від гідротермічних умов червня – періоду дозрівання пшениці озимої, були змодельовані дати її дозрівання

апробованими методиками та відповідно визначені розрахункові суми активних та ефективних температур залишкового періоду [16].

Встановлено зростання значення коефіцієнтів кореляції за квітень, травень та червень, а також деяке зменшення за липень-жовтень. Кореляційний зв'язок середньомісячної температури червня та суми активних і ефективних температур за розрахунковий післяжнивний період у аналізовані періоди складав відповідно $R=0,4-0,6$ та $R=0,54-0,68$.

В агрометеорології використовують комплексні індекси для моніторингу умов та оцінки рівня прояву окремих процесів, прогнозування тощо. Перевагою є більше точне та об'єктивне відображення зміни та впливу метеорологічних явищ, що зумовлює їх широке практичне застосування [17; 18; 19].

Аналіз ступеня та характеру зв'язку між індексом атмосферної посушливості та сумами температур за календарний та розрахунковий післяжнивний період свідчить про наявність подібних особливостей. Впродовж календарного терміну відмічається слабкий та помірний ступінь зв'язку показників впродовж квітня та травня та помірний і значний впродовж червня. Найбільшою є залежність формування теплових ресурсів від умов липня-вересня.

Оскільки індекс атмосферної посушливості (S_a) достатньо об'єктивно відображає умови весняно-літньої вегетації пшениці озимої, процеси дозрівання зерна та відповідно строки збирання значно вищими відповідно є коефіцієнти кореляції щодо суми температур за період визначений розрахунковим методом. Однак і у цьому випадку впродовж місяців вегетації попередника вищими були значення за червень $R=0,41-0,68$, порівняно із квітнем $R=0,47-0,59$ та травнем $R=0,39-0,61$ (табл. 2).

Така залежність дає можливість використовувати зазначені агрометеорологічні показники червня для прогнозування теплозабезпеченості післяжнивного періоду.

Таблиця 2

Кореляційні зв'язки середньомісячних значень індексу атмосферної посушливості та термічних умов післяжнивного періоду

Сума температур за післяжнивний період	Індекс атмосферної посушливості (S_a)					
	IV	V	VI	VII	VIII	IX
	1945–2021 pp.					
$\Sigma T_{\text{ефект}} (VII-X)$	0,30	0,22	0,53	0,73	0,74	0,76
$\Sigma T_{\text{актив}} (VII-X)$	0,33	0,26	0,56	0,77	0,80	0,75
$\Sigma T_{\text{ефект}} (\text{розрахунковий})$	0,51	0,46	0,68	0,70	0,75	0,68
$\Sigma T_{\text{актив}} (\text{розрахунковий})$	0,47	0,40	0,58	0,60	0,64	0,61
	1961–1990 pp.					
$\Sigma T_{\text{ефект}} (VII-X)$	0,28	0,36	0,43	0,62	0,70	0,62
$\Sigma T_{\text{актив}} (VII-X)$	0,35	0,45	0,51	0,66	0,76	0,62
$\Sigma T_{\text{ефект}} (\text{розрахунковий})$	0,59	0,61	0,54	0,54	0,73	0,60
$\Sigma T_{\text{актив}} (\text{розрахунковий})$	0,47	0,45	0,41	0,44	0,59	0,58
	1992–2021 pp.					
$\Sigma T_{\text{ефект}} (VII-X)$	0,44	0,13	0,48	0,72	0,64	0,82
$\Sigma T_{\text{актив}} (VII-X)$	0,41	0,10	0,43	0,77	0,70	0,81
$\Sigma T_{\text{ефект}} (\text{розрахунковий})$	0,56	0,39	0,68	0,68	0,64	0,69
$\Sigma T_{\text{актив}} (\text{розрахунковий})$	0,48	0,35	0,62	0,60	0,51	0,59

При цьому в опорний період 1992–2021 рр. спостерігаються дещо вища ступінь тісноти зв'язків. Враховуючи всі викладені думки саме цей період було вирішено вибрати як базовий масив.

За отриманими значеннями коефіцієнтів регресії та вільного члена було побудовано відповідні лінійні регресійні моделі (табл. 3).

Встановлено, що середньомісячна температура повітря та індекс атмосферної посушливості червня суттєво пов'язані із теплозабезпеченістю післяжнивного періоду пшениці озимої. Лінійне рівняння регресії в цілому є статистично значимими, оскільки $F_{\text{факт}}$ перевищує $F_{\text{теор}}$ в усіх моделях. Вищою якістю вирізняються моделі, що описують теплозабезпеченість саме розрахункового післяжнивного періоду, які також більш об'єктивно відображають умови залишкового періоду вегетації.

Таблиця 3

Лінійні регресійні моделі залежності суми температур післяжнивного періоду від середньомісячної температури повітря та індексу атмосферної посушливості

Сума температур	Рівняння моделі	R ²	F _{факт}	F _{теор}
$\Sigma T_{\text{ефект (VII-X)}}$	$Y = 8558 + 937,2a_1 - 353,0a_2$ (2)	0,532	5,32	0,0113
$\Sigma T_{\text{актив (VII-X)}}$	$Y = 6161 + 545,9a_1 - 199,1a_2$ (3)	0,454	3,50	0,0446
$\Sigma T_{\text{ефект (розрахунк.)}}$	$Y = 10127 + 1204a_1 - 424,8a_2$ (4)	0,700	13,0	0,0001
$\Sigma T_{\text{актив (розрахунк.)}}$	$Y = 23346 + 2611a_1 - 993a_2$ (5)	0,686	12,0	0,0002

де: Y – теплозабезпеченість зазначеного періоду, °C;

a_1 – індекс атмосферної посушливості (S_a);

a_2 – середньомісячна температура повітря червня, °C

Тому є можливим рекомендувати використання таких моделей для прогнозування теплозабезпеченості післяжнивного періоду з метою обґрунтованого підбору культур та сортів для вирощування в таких умовах.

Оскільки для оцінки теплових ресурсів та умов росту і розвитку рослин переважно використовують суму активних температур дана математична модель (5) була трансформована відповідно до фактичних поточних значень метеорологічних показників базового масиву 1992–2021 рр. відповідно до індексу атмосферної посушливості (1). Тому спрощено у виробничих умовах прогнозована сума активних температур за післяжнивний період може бути передбачена із використанням поточних значень температури повітря та кількості опадів червня після спрощення рівняння за наступною формулою:

$$Y = 496,458 + 93,589 \times T_{\text{черв}} - 3,539 \times O_{\text{черв}} \quad (6)$$

де: Y – сума активних температур післяжнивного періоду, °C;

$T_{\text{черв}}$ – середньомісячна температура повітря у червні °C;

$O_{\text{черв}}$ – кількість опадів у червні, мм.

Перевагами запропонованої останньої моделі є простота та доступність даних, які використовуються для її побудови, легкість розрахунків та значна точність отриманих результатів. Серед недоліків можна відмітити те, що в окремі роки збирання пшениці озимої відбувається наприкінці червня, що дещо ускладнює визначення середньомісячних поточних значень температури повітря та опадів.

Висновки. Прогнозування теплозабезпеченості післяжнивного періоду має важливе практичне значення для підбору сортового складу культур

та програмування їх продуктивності. Оцінка агрокліматичних умов червня демонструє значну та сильну залежність метеорологічних показників та теплозабезпеченості післязбирального періоду. Запропоновані моделі розрахунку суми активних та ефективних температур достатньо точно відображають термічні умови вирощування проміжних культур після пшениці озимої. Запровадження даного методу сприяє оптимізації управлінських рішень що до розміщення культур та розробці найбільш продуктивних способів використання природних ресурсів в умовах зрощення. Подальші дослідження повинні бути спрямовані на підвищення точності прогностичних моделей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Вожегова Р. А., Рудік О. Л., Сергеев Л. А. Проміжні посіви в концепціях формування інтенсивних систем землеробства. *Таврійський науковий вісник*. Херсон. 2020. Вип. 116. Ч. 1. С. 3–15. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.116.1.1>
2. Кирнасівська Н. В., Шулякова І. Г. Агрокліматична оцінка клімату ґрунтів Північного Причорномор'я на прикладі кукурудзи. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2020. № 26. С. 68–77. DOI: <https://doi.org/10.31481/uhmj.26.2020.06>
3. Boychenko S. et al. Features of climate change in Ukraine: scenarios, consequences for nature and agroecosystems. *Proceedings of the National Aviation University*. 2016. 69(4). P. 96–113. DOI: <https://doi.org/10.18372/2306-1472.69.11061>
4. Сердюченко Н. Оцінювання кліматообумовлених коливань урожайності основних зернових культур в Україні. *Збірник праць УкрНДІПВТ*. 2014. Вип. 18(32). С. 95–101.
5. Рудік О. Л., Рудік Н. М. Розміщення олійних культур в системі ефективного використання ґрунтово-кліматичного потенціалу. *Роль наук про Землю в народному господарстві: стан і перспективи (присвячена Всесвітньому Дню Землі): зб. матеріалів Міжнар. наук.-практ. конф. (Херсон ХДАУ, 20 берез. 2019 р.)*. Херсон, 2019. С. 244–251.
6. Reshetchenko S., et al. Evaluation of the environmental status of agricultural resources in the territory of Ukraine under conditions of climate change. *Technology Audit and Production Reserves*. 2018 3(3(41)). P. 21–32. DOI: <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2018.134890>
7. Барабаш М. Б., Гребенюк Н. П., Татарчук О. Г. Особливості зміни ресурсів тепла та вологи в Україні при сучасному потеплінні клімату. *Наук. пр. Укр. н.-д. гідрометеоролог. ін-ту*. 2007. Вип. 256. С. 174–186.
8. Просунко В. М. Агрометеорологічні ресурси України та технології їхнього раціонального використання. *Агроеперспектива*. 2007. №3(87). С. 22–23.
9. Єфіменко Д. Я., Гонтаренко М. П. Спосіб визначення теплозабезпеченості вегетаційного періоду сільськогосподарських культур: Пат. UA54693 A7A01B79/02 Україна; Заявл. 28.12.2001; опубл. 17.03.2003, Бюл. № 36 с.
10. Просунко В. М., Сайдак Р. В., Лісовий О. Г. Прогнозування агрометеорологічних умов вегетації польових культур. *Меліорація і водне господарство*. 2010. Вип. 98 С. 382–392.
11. Давитая Ф. Ф. Теплозабезпеченість вегетаційного періоду і сезонність розвитку природи. Л. : Гідрометеовидат, 1964. 98 с.
12. Польовий А. М., Божко Л. Ю. Довгострокові агрометеорологічні прогнози. Одеса: Вид-во «ТЭС». 2013. 293с.
13. Єременко О. А., Тодорова Л. В., Покопцева Л. А. Вплив погодних умов на проходження та тривалість фенологічних фаз росту та розвитку олійних культур. *Таврійський науковий вісник*. 2017. Вип. 99. С. 59–64.
14. Хохлов В. М. Просторово-часовий розподіл засух на території України в умовах зміни клімату. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2011. Вип. 8. С. 38–43.

15. McKee T. B., Doesken N. J., Kliest J. The relationship of drought frequency and duration to time scales. *Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology*. Anaheim, USA, 1993. P. 179–184.

16. Польовий А. М., Божко Л. Ю., Адаменко Т. І. Агрометеорологічні прогнози : підручник. Одеса. ТЕС. 2017. 508 с.

17. Sheffield J., Wood E. F., Roderick M. L. Little change in global drought over the past 60 years. *Nature (Gr. Brit.)*. 2012. V. 491, N 7424. P. 435–438.

18. Lloyd-Hughes B., Saunders M. A. A drought climatology for Europe. *Int. J. Climatol.* 2002. V. 22, N 13. P. 1571–1592.

19. Томашевський Ю. Необхідність використання погодних індексів у страхуванні природно-кліматичних ризиків рослинництва в Україні. *Аграрна економіка*. 2017. Т. 10, № 1–2. С. 100–105.

УДК 631.3.06.001.66

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.130.30>

ОГЛЯД НОВІТНІХ ПОСІВНИХ АГРЕГАТІВ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ЗБІЛЬШЕННЯ ВРОЖАЮ

Рудь А.В. – д.філософії в галузі технічних наук, професор,
завідувач кафедри агроінженерії і системотехніки імені Михайла Самокиша,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

У статті викладено результати огляду новітніх посівних агрегатів точного висіву, що використовуються в українському сільському господарстві, виробників John Deere, Amazone, Kuhn, Lemken та Great Plains, та їх вплив на збільшення врожаю.

Якість сівби є одним із ключових факторів вирощування рослин, оскільки рівномірність розподілу насіння по полю впливає на відстань між рослинами. Новітні дослідження впливу роботи сямко на продуктивність сільськогосподарських культур показують, що найбільше на врожайність впливає рівномірність проростання рослин. При цьому норма висіву має найменше значення, а фактор відстані між рослинами, тобто точність розкладки насіння, впливає на врожайність більше. Під точністю висіву розуміють оптимальне розташування насіння як площею, так і по глибині поля.

Однією з основних переваг нових посівних агрегатів полягає в тому, що вони можуть забезпечити більш точне розсіювання насіння, що зменшує витрати на насіння та забезпечує більш якісну посівну поверхню. Розглянуті посівні агрегати можуть забезпечувати різні види посіву, як-от: посів на глибину, відкритий посів, точковий посів і рядковий посів.

Усі наведені в дослідженні моделі сучасних сівалок мають високу точність сівби, що дозволяє знизити кількість насіння, яке не приживається, а також збільшити врожайність, забезпечуючи максимальну точність розсіювання і мінімальну витрату насіння.

Новинка на ринку України від виробника Great Plains (США) – сівалка PL5700 має найбільшу робочу ширину до 18,3 м і бункер для насіння до 6800 л, хоча налаштування міжряддя не таке гнучке, порівняно з іншими моделями. Модель сівалки PRECEA 4500-2 Amazone (Німеччина) має налаштування 450–800 мм. Представлені сівалки мають автоматичне керування, що дозволяє забезпечити рівномірні густоту і глибину сівби й уникнути пересічок на полі й витрату насіння.

Дослідження впливу використання новітніх моделей сіваок на врожайність соняшника показують, що глибина закладення насіння суттєво впливає на урожайність: на глибині 4 см врожайність склала 3,37 т/га, на глибині 6 см – 3,41 т/га, на глибині 8 см – 3,39 т/га. Тому правильний вибір й експлуатація сівалки точного висіву дасть змогу закласти підвалини високої врожайності вже на старті розвитку рослин.

Ключові слова: сівба, сямко, внесення добрив, глибина закладки насіння, GPS-технології, урожайність.