

УДК 631.47

**Фурманець О. А., к.с.-г.н., асистент, Піддубняк В. А., магістрант**  
(Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

## **ПРОГНОЗУВАННЯ ОПТИМАЛЬНИХ СТРОКІВ ПОСІВУ ТА ЗБОРУ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

**Проаналізовано зміну агрокліматичних показників на території Рівненської області та її вплив на розвиток пшениці озимої. Встановлено, що з врахуванням зміни кліматичних параметрів доцільно зміщувати строки посіву в бік запізнення та збору в бік випередження.**

**Ключові слова:** ефективна температура, фенологічні фази, воскова та повна стиглість, кліматичні зміни.

**Вступ.** За оцінками експертів, потенційний вплив змін клімату на сільське господарство в наступному: знизиться вклад літніх опадів у формування врожаю, збільшиться повторюваність засух та підвищиться посушливість клімату, зміняться агрокліматичні умови – міжфазні періоди розвитку рослин, тепло- та вологозабезпеченість посівів в період вегетації, строки посіву культур [7].

Відхилення строків посіву від оптимальних призводить до значного недобору врожаю, причому посів раніше оптимального строку призводить до більших втрат, ніж запізнення з посівом. Так посів озимини до оптимальних строків призводить до зниження врожайності близько 1 % за одну добу [5].

Строки посіву впливають не лише на кількість врожаю, а й на його якість, від них також залежить ефективність інших агротехнічних заходів [6].

Згідно попередніх досліджень [7], для більшості культур в сучасних умовах змін клімату доцільне зміщення строків посіву, озимини – в бік запізнення, ярих культур – на більш ранні. Багато виробників відмічають зміщення багаторічних строків посіву на 10-15 днів, так якщо вважався оптимальним строк посіву пшениці озимої з 15 по 25 вересня, то зараз її варто сіяти до 5 жовтня, посів ячменю продовжують до 15 жовтня [5].

Проведення всіх заходів по догляду за посівами, в період від появи сходів до збору врожаю, визначається термінами проходження окре-

мих етапів органогенезу, тому прогнозування фенологічних фаз розвитку зернових є критично важливим завданням, особливо в умовах інтенсивного землеробства [7].

Разом з тим своєчасний збір врожаю не лише дозволяє запобігти його втратам, а й одночасно є запорукою отримання якісної продукції. Тоді як несвоєчасний призводить до значних його втрат, підвищення собівартості внаслідок залучення додаткових витрат, та, як наслідок, до зниження якісних показників. При цьому тривалість періоду збору визначається загальними агрокліматичними умовами території, та значно коригується режимом погоди конкретного року.

За таких умов критично важливо правильно прогнозувати строки проходження фенофаз, досягання хлібів та початку періоду збору.

**Метою** нашої роботи було визначення оптимальних строків посіву та збору пшениці озимої в умовах Рівненської області (Західний Лісостеп України).

Для досягнення мети планувалось вирішення наступних задач:

- дослідження розрахункових методик прогнозування основних фенологічних фаз зернових;
- збір та аналіз багаторічних метеорологічних даних, що необхідні для виконання розрахунку;
- визначення доцільності зміщення строків посіву та збору пшениці озимої шляхом розрахунку етапів її органогенезу за усередненими даними останніх 5 років в порівнянні з усередненими багаторічними даними.

**Основна частина.** Для обрахунку оптимальних строків посіву пропонується методика Страшної А.І. [7]. Методика базується на датах зворотного переходу температури через порогове значення 5 °С, коли припиняється активна вегетація озимини. При цьому покладено, що оптимальним є входження культури у зимівлю у фазі 3-4 пагонів кущистості, досягнення якої потребує близько 250 °С ефективних температур з моменту посіву. Віднімаючи від середньої трендової дати переходу через 5 °С тривалість періоду, що потрібний для набору заданої суми температур, визначають оптимальний строк посіву.

Динаміка дат зворотнього переходу температури жовтня через 5 °С показана на рис. 1.

Аналізуючи динаміку осіннього переходу температури через порогове значення, насамперед слід відмітити наявну тенденцію до його запізнення, так, за період останніх 25 років трендове значення змістилось на 4-5 днів, і на сьогодні лежить поблизу 5 листопада. Співставляючи багаторічну динаміку дат переходу температури з усередненою динамікою накопичення ефективних температур вище 5 °С впадає в

око приріст загальної річної суми ефективних температур, та зміщення дат з різницею 250 °С від загальної суми. Якщо в перші спостережувані періоди 250-градусний поріг припадав на початок вересня, то протягом останніх п'ятиріч лежить в межах другої його декади, і середнє зміщення за весь спостережуваний період складає 8-9 днів.

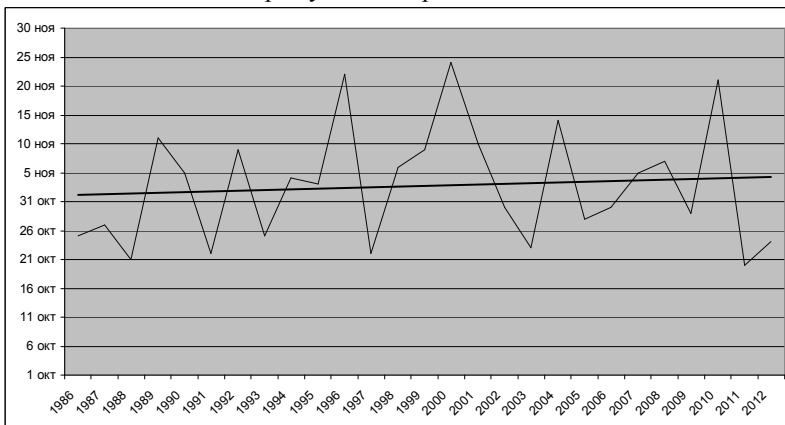


Рис. 1. Дати зворотного переходу температури повітря через 5 °С, м. Рівне (за даними Рівненського центру з гідрометеорології)

Таким чином оптимальні строки посіву озимої пшениці, з врахуванням кліматичних змін, доцільно змістити на 7-8 днів пізніше.

Відновлення вегетації озимини навесні відбувається з переходом температури повітря через 5 °С.

Динаміка дат зворотнього переходу температури навесні показана на рис. 2.

За період спостережень середня трендова дата весняного переходу температури змістилась на 4-5 днів, і зараз припадає на 30 березня.

Для проходження тієї чи іншої фази розвитку рослини необхідна певна сума ефективних температур, тому тривалість фаз змінюється залежно від теплозабезпеченості вегетаційного періоду [4].

Тобто, знаючи необхідну для проходження фази суму температур можна орієнтовно визначити її тривалість за сумою ефективних температур.

Файт та Балашова провели обширні дослідження стосовно строків настання фази колосіння для різних сортів пшениці озимої, за їхніми даними [8], колосіння наступає в діапазоні 6-29 травня, для 70 сортів середня за 5 років дата настання фази відповідає 18 травня.

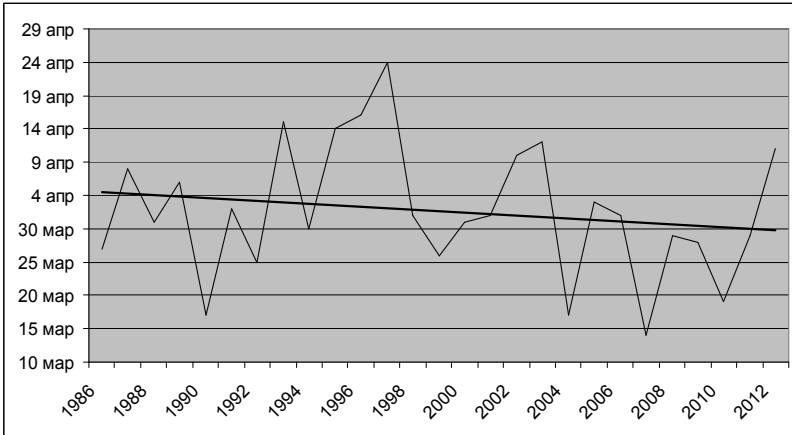


Рис. 2. Дати зворотного переходу температури повітря через 5 °С навесні, м. Рівне (за даними Рівненського центру з гідрометеорології)

Спробуємо практично вирахувати дати настання основних фено-фаз, відштовхуючись від дати відновлення вегетації навесні (30 березня).

Для цього розглянемо криву накопичення сум ефективних температур вище 5 градусів за останні 5 років та для порівняння за період 1988–1992 рр.

Відновлення вегетації навесні для випадку останніх років відбувається 30 березня, для варіанту порівняння (період 1988–1992 рр.) – 5 квітня. Приймаємо, що тривалість фази складає 14 днів, відповідно для випадку останніх років фаза виходу в трубку настане 14 квітня і накопичена сума ефективних температур на цей момент становитиме 100 °С. Для випадку 1988-1992 рр. вихід в трубку орієнтовно розпочнеться 19 квітня, при сумі ефективних температур 75 °С. Від фази виходу в трубку до фази колосіння зерновим необхідна сума ефективних температур в 330 °С [7]. Тобто, для останнього п'ятиріччя:  $100+330=430$  °С, що відповідає 18 травня, для варіанту порівняння:  $75+330=405$  °С, що відповідає 23 травня.

Прогноз строків настання воскової стиглості складають, як правило, у фазі колосіння, оскільки остання завжди відмічається достатньо точно. Встановлено, що сума ефективних температур для проходження фази колосіння-воскова стиглість для більшості сортів пшениці складає 490 градусів [4].

Для переходу від колосіння до молочної стиглості необхідна сума ефективних температур 230 °С. Для періоду 2008-2012 рр.  $430+230=660$  °С (09 червня), для порівняльного періоду 1988–1992 рр.  $405+230=635$  °С (17 червня). Для досягнення воскової стиглості від фази колосіння має бути накопичено 490 °С ефективних температур. Таким чином проєктовані дати настання фази становлять відповідно 28 червня ( $430+490=920$  °С), та 06 липня ( $405+490=895$  °С).

Згідно наших досліджень агрокліматичні умови території змінюються в бік подовження тривалості періоду активних температур, що дає можливість вирощувати більш вимогливі до теплозабезпечення культури та більш пізньостиглі сорти. Однак, разом з тим, значно наростають абсолютні та ефективні температури літнього періоду, що, на фоні одночасного незначного наростання посушливості, буде призводити до більш раннього досягання.

Таблиця 1

Швидкість добового підсихання зерна в процентах від всього процесу залежно від середньодобового дефіциту вологості повітря, гПа  
(за Павловою)

гПа	Десяті долі гПа									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	6,0	6,1	6,3	6,4	6,6	6,6	6,9	7,0	7,1	7,3
3	7,4	7,6	7,7	7,9	8,0	8,1	8,2	8,4	8,5	8,7
4	8,8	8,9	9,0	9,2	9,3	9,4	9,5	9,7	9,8	9,9
5	10,0	10,2	10,3	10,4	10,5	10,6	10,7	10,9	11,0	11,1
6	11,2	11,3	11,5	11,6	11,7	11,8	11,9	12,0	12,1	12,2
7	12,3	12,4	12,5	12,6	12,7	12,8	12,9	13,0	13,2	13,2
8	13,3	13,4	13,5	13,6	13,7	13,7	14,0	14,1	14,2	14,3
9	14,3	14,4	14,5	14,6	14,7	14,8	14,9	15,0	15,1	15,2
10	15,2	15,3	15,4	15,5	15,6	15,7	15,8	15,8	15,9	16,0
11	16,1	16,2	16,3	16,4	16,5	16,5	16,6	16,7	16,8	16,9
12	17,0	17,1	17,1	17,2	17,3	17,4	17,5	17,5	17,6	17,7
13	17,8	17,9	18,0	18,0	18,1	18,2	18,2	18,3	18,4	18,5
14	18,6	18,6	18,7	18,8	18,9	19,0	19,0	19,1	19,2	19,3

Перехід від фази воскової стиглості до повної відбувається за рахунок втрат води при підсушуванні зерна, швидкість якого залежить від вологості повітря. Павловою знайдена залежність швидкості підсихання зерна за добу, від добового дефіциту вологості повітря (табл. 1). Величина виражається у відсотках від загального висихання, яке приймається за 100%.

Підрахунок починається з першого дня настання воскової стиглості, величини добового підсихання сумують, поки не отримують 100 %. В умовах зміни кліматичних умов потрібно вносити поправку на зміну температури, для цього також знайдене відношення дефіциту вологості повітря від зміни температури по відношенню до середньої багаторічної (табл. 2).

Таблиця 2

Відхилення дефіциту вологості повітря залежно від відхилення температури повітря, %

Показник	Середнє багаторічне значення, %	Вище норми, у %				Ниже норми, у %			
		10	20	30	40	10	20	30	40
Температура повітря, °С	100	10	20	30	40	10	20	30	40
Дефіцит вологості повітря, гПа	100	15	30	45	60	15	30	45	60

Згідно багаторічних даних метеоспостережень, середній багаторічний дефіцит насичення вологості повітря для Рівного становить 7,5 гПа для третьої декади червня, 5,6 та 7,0 гПа відповідно для першої та другої декад липня. При цьому середнє перевищення температури повітря протягом останніх 5 років, по відношенню до кліматичної норми (17,6 °С та 17,8 °С), становить 2,1 та 2,8 °С відповідно для кінця червня та початку липня.

Згідно таких даних, для випадку кліматичної норми нами був встановлений початок фази воскової стиглості 6 липня. Тоді, для першої декади при дефіциті насичення 5,6 гПа добова швидкість підсихання зерна становитиме 10,7% за добу, тобто до кінця декади можна очікувати підсихання зерна на 43%. Для другої декади середній дефіцит насичення водяної пари становить, згідно з даними Рівненського центру з гідрометеорології, 7,0 гПа, якому відповідає швидкість підсихання зерна 12,3% за добу. За таких умов можна очікувати висихання зерна до стандартної вологості 14-15 липня.

Отож, проєктована дата настання повної стиглості зерна пшениці озимої для випадку кліматичної норми складає 15.07.

Розглянемо для порівняння випадок для середніх даних 2008-2012 рр. Як вже було відмічено, проєктована дата настання воскової стиглості – 28 червня, середній багаторічний дефіцит насичення повітря для третьої декади червня – 7,5 гПа, першої декади липня – 5,6 гПа, середня багаторічна температура повітря 17,6 та 17,8 °С відповідно,

середнє спостережуване перевищення температури повітря для вказаних періодів – 2,1 та 2,8 °С.

За таких умов відносний приріст температури складає:

$$(2,1/17,6) \times 100\% = 11,9 \%$$

для третьої декади червня та

$$(2,8/17,8) \times 100\% = 15,7 \%$$

для першої декади липня.

Приросту температури на 12% відповідає приріст дефіциту насичення повітря у розмірі 18%, приросту температури на 16% – у розмірі 24% (таблиця).

Тоді, приріст насичення, при багаторічному значенні 7,5 гПа, становитиме:

$$(7,5 \times 18) / 100 = 1,35 \text{ гПа,}$$

при багаторічному значенні 5,6 гПа:

$$(5,6 \times 24) / 100 = 1,34 \text{ гПа.}$$

Дійсний дефіцит насичення вологості повітря становитиме  $7,5 + 1,35 = 8,85$  гПа для третьої декади червня, та  $5,6 + 1,34 = 6,94$  гПа для першої декади липня.

При такому дефіциті насичення, середня добова швидкість підсихання зерна становитиме 14,3% за добу для кінця червня, та 12,2% для першої декади липня. Рахуючи від початку молочної стиглості (28 червня), зерно висохне до повної стиглості за 8 днів ( $3 \times 14,3 + 5 \times 12,2 = 100\%$ ), тобто його збір можна розпочинати 5 липня.

Отже, згідно результатів дослідження, наявні зміни агрокліматичних умов території Західного Лісостепу дійсно призводять до зміни строків посіву та настання основних фаз розвитку культур. На прикладі пшениці озимої, обґрунтована доцільність зміщення строку посіву на 8-10 днів в бік запізнення та строку збору врожаю на одну декаду раніше.

### **Висновки.**

- аналіз багаторічних метеорологічних даних показав, що в регіоні дійсно присутні кліматичні зміни, пов'язані із зміною дат переходу температури повітря через порогові значення, зростанням річних сум ефективних температур та їх більш швидким накопиченням в теплий період року;

- розрахунок оптимальних строків посіву пшениці озимої показав, що з врахуванням сучасних агрокліматичних умов території доцільне зміщення рекомендованих строків посіву на 7-8 днів пізніше;

- розрахунок проходження основних фенологічних фаз показав, що з врахуванням кліматичних змін відновлення вегетації пшениці озимої навесні відбувається на 4-5 днів раніше, при цьому пришивд-

шене накопичення ефективних температур повітря зумовлюють її більш швидкий розвиток та досягання раніше на одну декаду.

1. Барабаш М. Б. Дослідження змін та коливань опадів на рубежі XX і XXI ст. в умовах потепління глобального клімату / М. Б. Барабаш, Т. В. Корж, О. Г. Татарчук // Наукові праці УкрНДГМІ. – 2004. – Вип. 253. – С. 92–102.
2. Димо В. Н. Тепловой режим почв СССР / В. Н. Димо. – М., 1972. – 360 с.
3. Клімат України / за ред. В. М. Ліпінського. – К. : Вид-во Раєвського, 2003. – 345 с.
4. Павлова М. Д. Практикум по сельскохозяйственной метеорологии / М. Д. Павлова. – М. : Колос, 1968. – 200 с. – (Учебники и учеб. пособия для высш. с.-х. учеб. заведений).
5. Привалов Ф. И. Влияние потепления климата на оптимальность сроков сева озимых зерновых культур / Ф. И. Привалов // Весці НАН Беларусі / Научно-практический центр НАН Беларусі по земледелию. – 2012. – № 4. – (Серія аграрных наук).
6. Страшная А. И. О сроках сева озимых культур в условиях изменения климата и их прогнозирование в Приволжском федеральном округе / А. И. Страшная, Т. А. Максименкова, О. В. Чуб // Труды Гидрометцентра России. – 2011. – Вып. 345. – С. 155–170.
7. Прогнозна оцінка впливу змін клімату на урожайність зернових культур та їх валові збори в Україні з використанням космічної інформації / О. Г. Тараріко, О. В. Сиротенко, Т. В. Ільєнко, Т. Л. Кучма // Екологічна безпека прибережної та шельфової зон та комплексне використання ресурсів шельфу : зб. наук. пр. – Севастополь, 2013. – Вип. 27. – С. 106–116.
8. Файт В. И. Маркирование QTL продолжительности периода до колошения озимой пшеницы / В. И. Файт, И. А. Балашова, Ю. М. Сиволап // Цитология и генетика. – Одесса, 2011. – № 5. – С. 35–40.

Рецензент: д.с.-г.н., професор Вознюк С. Т. (НУБГП)

---

**Furmanets O. A., Candidate of Agricultural Sciences, Assistant,  
Piddubniak V. A., Graduate Student** (National University of Water  
Management and Nature Resources Use, Rivne)

### **PREDICTION OF OPTIMAL TERMS OF SOWING AND GATHERING OF WINTER WHEAT IN THE WESTERN FOREST-STEPPE OF UKRAINE**

**The changing of agro-climatic indicators on the territory of Rivne's region and its influence on the winter wheat growing are analyzed. It is established, that in view of climate change it is advisable to correct planting (to delay) and gathering time (to outpace).**

**Keywords:** effective temperature, phenological phases, wax and full ripeness, climate change.

---



**Фурманец О. А., к.с.-г.н., асистент, Пиддубняк В. А., магистрант**  
(Национальный университет водного хозяйства и природопользования,  
г. Ровно)

### **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ СРОКОВ ПОСЕВА И УБОРКИ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ**

**Проанализированы изменения агроклиматических показателей на территории Ровенской области и их влияние на развитие озимой пшеницы. Установлено, что с учетом изменений климатических параметров целесообразно смещать сроки посева пшеницы озимой в сторону опоздания, и уборки – в сторону опережения.**

**Ключевые слова:** эффективная температура, фенологические фазы, восковая и полная спелость, климатические изменения.

---