

АГРАРНІ ІННОВАЦІЇ

№ 22



Видавничий дім
«Гельветика»
2023

АНАЛІЗ АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ ВЕГЕТАЦІЙНОГО ПЕРІОДУ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ НА ТЕРИТОРІЇ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

КИРНАСІВСЬКА Н.В. – кандидат географічних наук, доцент

orcid.org/0000-0002-5179-6163

Одеський державний екологічний університет

НІКІТІН П.С. – старший викладач

orcid.org/0009-0004-5755-4116

Одеський державний екологічний університет

КИРНАСІВСЬКИЙ О.О. – магістр

orcid.org/0009-0002-1480-554X

Одеський державний екологічний університет

Постановка проблеми. Ріст і розвиток культурних рослин протікає під постійним впливом навколишнього середовища. Тому для правильного планування сільськогосподарського виробництва необхідно знати умови середовища і характер реакції рослин на його зміни. Мінливість погодних умов року має значний вплив на виробництво сільськогосподарських культур, що залежить від забезпечення вологою і теплом, тобто від кількості дощів, періодів їх випадання та температури повітря [1]. За даними різних оцінок, середня глобальна температура підвищиться в порівнянні з сучасним станом приблизно на 1 °C до 2025 і на 3 °C до кінця століття на фоні загального потепління різко зростуть внутрішньорічні (міжсезонні) та міжрічні коливання температури та опадів [2, 3]. Також в останні роки спостерігається збільшення кількості екстремальних кліматичних явищ (посух, заморозків, повеней, теплих зим). Залежність сільського господарства від клімату, якщо судити з абсолютних втрат, за цей час зросла [4].

Пшениця озима в силу своїх високих поживних властивостей і смакової якості

є однією із головних злакових культур світу і відіграє у багатьох державах провідну роль в харчуванні населення. Вона широко розповсюджена в районах земної кулі з порівняно м'якою зимою і достатніми снігозапасами. Але з природною обмеженою кількістю опадів на території України на фоні підвищених температур в останні десятиліття, достатнє зволоження ґрунту, один із найважливіших факторів для одержання високого врожаю культур, в тому числі і пшениці озимої [5].

Виходячи з зазначеного, оцінка агрометеорологічних умов вегетаційного періоду озимих культур в різних ґрунтово-кліматичних районах України є вкрай важливою, так як вони формують проходження періоду вегетації культури та майбутній урожай.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Більшість існуючих досліджень агрометеорологічних умов території та їх вплив на ріст і розвиток культурних рослин в тому числі і пшениці озимої, як українських, так і зарубіжних вчених, проводиться з врахуванням не тільки сучасних кліматичних умов, а й з врахуванням змін клімату, що відбуваються внаслідок глобального потепління, яке вже є безперечним фактом.

Для території України ціла низка вчених у своїх роботах представила оцінку впливу змін клімату на

температурний режим, строки посіву, тривалість вегетаційного періоду, теплозабезпеченість культурних рослин їх ріст, розвиток, урожайність та умови перезимівлі [5, 6, 7, 8].

Актуальні дослідження виконано Круковською А. В. [9] з агрокліматичної оцінки умов вологозабезпеченості території у період вегетації сільськогосподарських культур. Дана кількісна оцінка показника вологозабезпеченості у вигляді $\overline{W}/W_{нв}$ в метровому шарі ґрунту для озимої пшениці та ярого ячменю. Визначено повторюваність умов ґрунтового зволоження різної сприятливості в основні періоди розвитку зернових культур та проаналізовано особливості їх просторового розподілу. Кирнасівською Н. В. в роботі [10] для агрокліматичних районів Вінницької області проаналізовано середньобаторічні характеристики умов зволоження за період активної вегетації пшениці озимої. Вперше визначена забезпеченість запасів продуктивної вологи в ґрунті до початку настання основних фаз розвитку культури за градаціями, які виділені в орному шарі – через 10 мм на дату посіву, а в метровому шарі ґрунту – через 25 мм на дату відновлення вегетації, колосіння і воскової стиглості.

Впливу сум активних температур на вирощування м'якої озимої пшениці протягом двох різних за метеорологічними умовами сільськогосподарських років (сприятливого 2012–2013 р. та несприятливого 2013–2014 р.) в умовах посушливого богарного землеробства Азербайджану досліджується в роботі [11]. Отримані результати було рекомендовано для використання в селекції м'якої озимої пшениці.

Ціла низка робіт [12, 13, 14] присвячена умовам перезимівлі пшениці озимої. Як правило досліджують генотипи морозостійких сортів, проводять дослідження в польових і контрольованих умовах акліматизації, аналізують проблеми зимостійкості озимих зернових культур (пшениця, жито, тритикале) та способи оцінки морозо- та зимостійкості озимих зернових культур, пропонують удосконалені способи екологічної оцінки та добору рослин заморозо- та зимостійкістю озимих зернових культур з урахуванням температурно-світлових чинників у період осінньої вегетації. Надаються рекомендації щодо елементів технології вирощування (строк сівби, рівень живлення) пшениці озимої за контрастних умов перезимівлі і вегетації.

В роботі [15] проведено оцінку стану озимої пшениці після перезимівлі в рамках системи CGMS (Crop Growth Monitoring System). Проаналізовано стан посівів озимої пшениці та отримано значення кількості загиблої біомаси в межах областей та районів України протягом двох зим. Проаналізовано узгодженість між фактичними даними критичної температури на глибині вузла кушіння та змодельованими значеннями загиблої біомаси за методикою CGMS для зими 2011–2012 років. Адаменко Т. І. [16] досліджено особливості адаптації системи CGMS для оперативної оцінки стану та прогнозу врожайності озимої пшениці в Україні.

Мета роботи – надати оцінку агрометеорологічних умов вегетаційних періодів пшениці озимої на території Вінницької області в період 2016–2019 рр.

Матеріали та методика досліджень. Близькими до нормальних результатів вважаються роки, у яких відхилення середньої за сезон температури повітря не перевищує 2 °С і опади становлять 60-140 % норми. Одним із показників, що дозволяють оцінити погодні умови як всього року в цілому, так і періоду вегетації пшениці озимої, є гідротермічний коефіцієнт (ГТК) Г. Т. Селянінова, який визначається як відношення суми опадів за період із середньою добовою температурою повітря вище 10 °С до суми температур за той же період, зменшений у 10 разів. За умовами тепло- і вологозабезпеченості виділяють три основні типові результати:

- 1) посушливий, з нестачею опадів та підвищеною температурою в період вегетації (ГТК <1);
- 2) нормальний, з опадами та температурою в межах багаторічної норми (ГТК = 1,3 – 1,5);
- 3) надмірно вологий, з перевищенням норми опадів та переважно зниженою температурою (ГТК > 2) [17].

Аналіз агрометеорологічних умов вегетаційних періодів пшениці озимої (вересень-серпень) проаналізовано за 2016–2017 рр.; 2017–2018 рр.;

2018–2019 рр. Щорічні агрометеорологічні дані порівнювалися з середньобагаторічними показниками періоду 1986–2005 рр. [18].

Враховано також зимовий період розвитку рослин, у який вони найбільш чутливі до умов перезимівлі на прикладі ст. Вінниця, яка розташована в центральній частині області. За зимовий період взято листопад – березень, так як припинення вегетації озимої пшениці в середньобагаторічному припадає на 09.11, а відновлення – на 28.03 [18]. Комплексним показником агрокліматичних умов зимового періоду може служити показник суворості зими за О. М. Шульгіним, що вираховується за формулою

$$K_z = T_m / C$$

де T_m – середня з абсолютних мінімумів температура повітря за місяць та в середньому за зимові місяці; C – середня висота снігового покриву.

Малосуворі умови зими характеризуються величинами показника до 1, суворі – від 1 до 3 і досить суворі – вище 3 [17].

Результати досліджень. Загалом вегетаційний період пшениці озимої 2016–2017 року за тепловими ресурсами наблизений до середньобагаторічних показників, а за надходженням опадів більш посушливий, недобір склав 75 мм. Опадів за рік випало 539 мм при середньобагаторічному показнику 614 мм. Найбільше опадів випало у листопаді (60 мм), а найменше у вересні (6 мм) 2016 року. Найбільш вологозабезпеченим був на весні березень 2017 року, ГТК рівний 2,5 (табл. 1).

Зимовий період 2016–2017 років був суворим, що підтверджує показник суворості зими (K_m) рівний 2,5, температура січня була нижчою на 2 °С від середньобагаторічного показника. Окрім того на протязі зимових місяців випало значно снігу – максимальна висота досягла 20–32 см у першу декаду лютого при середній температурі (-5,9) – (-8,3) °С (рис. 1). Метеорологічні

Таблиця 1

Показники термічних ресурсів та ресурсів зволоження у вегетаційний період пшениці озимої у 2016-2017 рр. на території Вінницької області

| Місяць | Середньомісячна температура повітря, °С | | | Сума опадів за місяць, мм | | | ГТК |
|-----------|---|----------|------------|---------------------------|----------|------------|--------------|
| | середньобагаторічна | фактична | відхилення | середньобагаторічна | фактична | відхилення | |
| вересень | 13,6 | 16,2 | +2,6 | 60 | 6 | -54 | 0,12 |
| жовтень | 8,0 | 6,3 | -1,7 | 34 | 87 | +53 | 4,6 |
| листопад | 1,9 | 1,6 | -0,3 | 42 | 60 | +18 | 15,5 |
| грудень | -2,9 | -1,7 | +1,2 | 36 | 34 | -2 | - |
| січень | -3,5 | -5,5 | -2,0 | 31 | 26 | -5 | - |
| лютий | -2,4 | -2,5 | -0,1 | 30 | 38 | +8 | - |
| березень | 1,8 | 6,2 | +4,4 | 30 | 47 | +17 | 2,5 |
| квітень | 8,8 | 9,6 | +0,8 | 47 | 44 | -3 | 1,5 |
| травень | 14,7 | 14,3 | -0,4 | 53 | 45 | -8 | 0,5 |
| червень | 17,7 | 19,7 | +2,0 | 87 | 48 | -39 | 0,8 |
| липень | 19,9 | 20,4 | +0,5 | 87 | 51 | -36 | 0,8 |
| серпень | 18,9 | 21,7 | +2,8 | 77 | 53 | -24 | 0,8 |
| За період | 8,0 | 8,9 | +0,9 | 614 | 539 | -75 | 1,5 (за рік) |
| Мін. | -3,5 | -5,5 | -2,0 | 30 | 6 | -24 | 0,8 |
| Макс. | 19,9 | 21,7 | +2,8 | 87 | 60 | -27 | 15,5 |

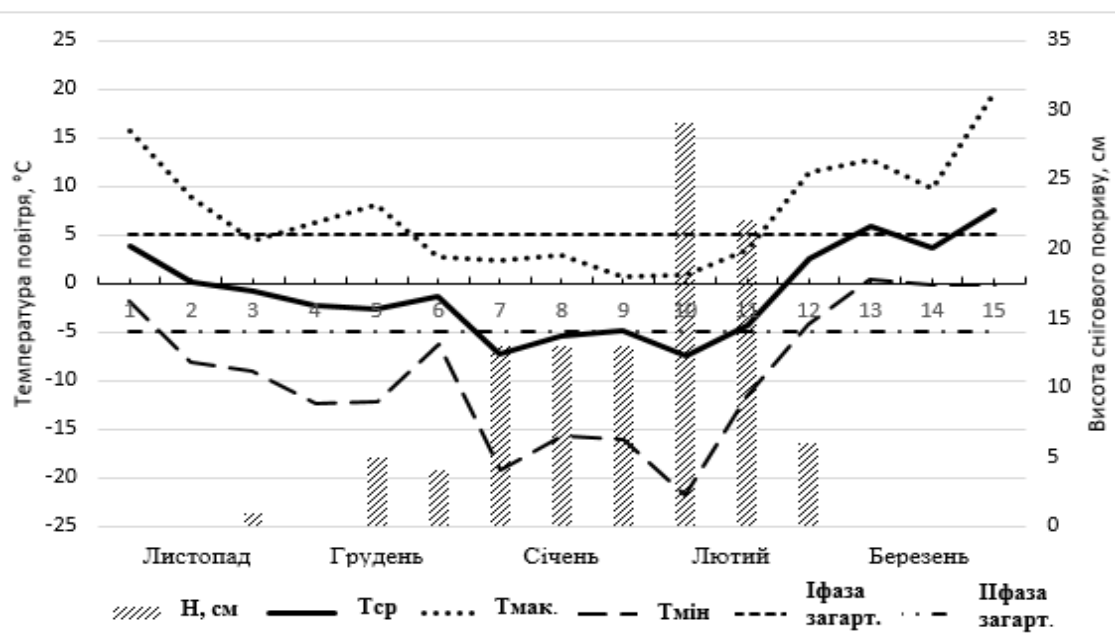


Рис. 1. Агриметеорологічні умови зимового періоду 2016–2017 рр. на ст. Вінниця Вінницької області

умови, що склалися в зимовий період не призвели до якихось катастрофічних наслідків і озимі відновили свою вегетацію вже 10 березня.

Фаза куціння відмічається в першій та другій декадах квітня при середній температурі 9,6 °C та опадах, які менші на 3 мм від середньобіагаторічного показника. У травні середня температура була близька до середньобіагаторічного показника, а в червні перевищувала його на 2,0 °C. У весняно-літній період відмічається незначна кількість опадів. У червні липні недобір у опадах склав 24–39 мм, ГТК травня – серпня склав 0,5–0,8, що характеризує умови зволоження, як посушливі.

Можна відмітити, що гарне осінньо-зимове вологозабезпечення періоду вегетації озимих компенсувало посушливі умови літнього періоду. Період стиглості відмічається у більш ранні дати чим середньобіагаторічні показники.

Період вегетації пшениці озимої у 2017–2018 році проходив на фоні підвищених температур та надмірного зволоження. Середня температура склала 9,7 °C, що на 1,9 °C вище норми. Опадів за період випало 106 % норми і становили 652 мм від середньобіагаторічного показника 652 мм. Гідротермічний коефіцієнт за вегетаційний період склав 1,4, що характеризує умови тепло і вологозабезпеченості, як нормальні, з опадами та температурою в межах біагаторічної норми (табл. 2).

Зимовий період розпочався з позитивних температур (+1,8) °C у грудні на фоні надмірного зволоження. Висота снігового покриву склала 33 см. Сума опадів перевищила середньобіагаторічний показник на 41 мм і склала 77 мм. На фоні метеорологічних умов, що склалися середньодобовий перехід через 0 °C у бік зниження встановився доволі пізно – 31 грудня по всій області, що на 24 дні пізніше середньобіагаторічного показника (рис. 2). Січень та лютий доволі теплі та вологі. Середні

температури не опускалися нижче (-10,4) °C, а висота снігового покриву досягала у лютому 8–23 см.

Відновлення вегетації озимих у 2018 році відмічається 10 березня при від'ємних температурах цього місяця (-1,8), що на 3,1 °C менше середньобіагаторічного показника та сумах опадів на 33 мм більше норми. Загалом весняний період 2018 року був нестабільний, березень доволі холодний, а в квітні та травні відмічається різке потепління, середні температури перевищили середньобіагаторічний показник на 4,8 – 3,2 °C на фоні різкого зменшення сум опадів. Так у квітні значення менше на 28 мм, а у травні на 45 мм в порівнянні з середньобіагаторічним показником. Період літньої вегетації проходив на фоні підвищених температур червня–липня та надмірних опадів. Фаза колосіння настала раніше на 6-16 днів в порівнянні з середньобіагаторічним показником.

Посів озимої пшениці восени 2018 року виконувався в погодно-кліматичних умовах, наближених до середньобіагаторічних. Так середня температура у вересні була на 2,3 °C вище норми, а опади в межах норми, ГТК дорівнював 1,2. Теплий вересень та жовтень посприяли раннім сходам, які з'явилися на початку жовтня, та відповідають самій ранній даті середньорічного показника. Припинення вегетації пшениці озимої відмічається 11 листопада у фазі куціння (табл. 3).

Загалом зимовий період 2018–2019 років був помірним. Температурний режим зимових місяців був де-що підвищений. Середня температура на 0,9–3,4 °C перевищувала середньобіагаторічний показник. Грудень та січень за рахунок снігу поповнив запаси вологи. Опади цих місяців перевищували середньобіагаторічний показник на 17-22 мм. У лютому майже наближені до середньобіагаторічного показника. Найхолоднішим був листопад. Абсолютний мінімум температури спостерігався в третій декаді та склав (-14) – (-18) °C. Січень в свою

Таблиця 2

Показники термічних ресурсів та ресурсів зволоження у вегетаційний період пшениці озимої у 2017-2018 рр. на території Вінницької області

| Місяць | Середньомісячна температура повітря, °С | | | Сума опадів за місяць, мм | | | ГТК |
|-----------|---|----------|------------|---------------------------|----------|------------|--------------|
| | середньо-багаторічна | фактична | відхилення | середньо-багаторічна | фактична | відхилення | |
| вересень | 13,6 | 15,8 | +2,2 | 60 | 79 | +19 | 1,7 |
| жовтень | 8,0 | 8,9 | +0,9 | 34 | 40 | +14 | 1,5 |
| листопад | 1,9 | 3,8 | +1,9 | 42 | 35 | -7 | 3,0 |
| грудень | -2,9 | 1,8 | +4,7 | 36 | 77 | +41 | 14,2 |
| січень | -3,5 | -2,1 | +1,4 | 31 | 24 | -7 | - |
| лютий | -2,4 | -4,0 | -1,6 | 30 | 37 | +7 | - |
| березень | 1,8 | -1,3 | -3,1 | 30 | 67 | +37 | - |
| квітень | 8,8 | 13,6 | +4,8 | 47 | 19 | -28 | 0,2 |
| травень | 14,7 | 17,9 | +3,2 | 53 | 8 | -45 | 0,2 |
| червень | 17,7 | 19,9 | +2,2 | 87 | 131 | +44 | 2,2 |
| липень | 19,9 | 20,5 | +0,6 | 87 | 110 | +23 | 1,8 |
| серпень | 18,9 | 21,8 | +2,9 | 77 | 25 | -52 | 0,38 |
| За період | 8,0 | 9,7 | +1,7 | 614 | 652 | +38 | 1,4 (за рік) |
| Мін. | -3,5 | -4,0 | -3,1 | 30 | 8 | -22 | 0,2 |
| Макс. | 19,9 | 21,8 | +4,8 | 87 | 131 | +44 | 14,2 |

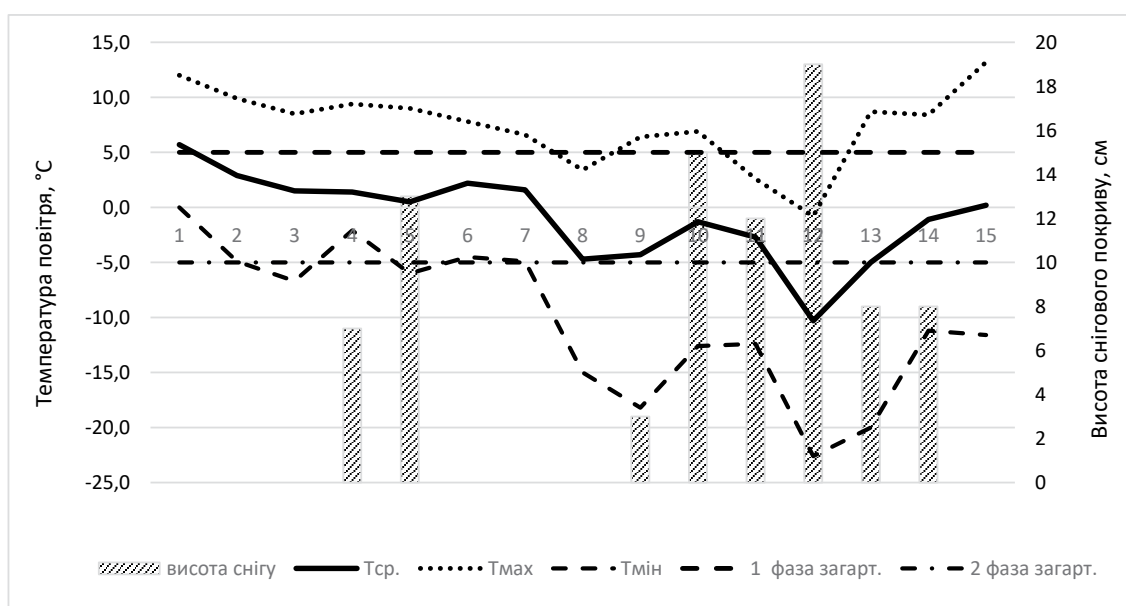


Рис. 2. Агрометеорологічні умови зимового періоду 2017–2018 рр. на ст. Вінниця Вінницької області

чергу був доволі теплим та вологим. Абсолютний максимум досягав 3-7,9 °С, абсолютний мінімум не опускався нижче (-13,9) °С. За умов доволі теплої зими відновлення вегетації озимих на весні відмічається 10 березня, що на 18 днів раніше за середньобагаторічний показник.

У травні відмічається надмірне вологозабезпечення, сума опадів перевищила середньобагаторічний показник на 62 мм. У літній період відмічається достатньо значна нестача опадів, особливо у липні – серпні. Нестача склала 48–56 мм відносно норми на фоні підвищених температур. ГТК рівний 0,7–0,3, що відповідає посушливим кліматичним умовам, з нестачею опадів та підвищеною температурою в період вегетації.

В цілому вегетаційний період пшениці озимої 2018–2019 рр. був доволі теплим, сума опадів в межах середньобагаторічної норми. ГТК за період в середньому склав 1,2, що відповідає нормальним кліматичним умовам, з опадами та температурою в межах багаторічної норми.

Висновки. Проаналізувавши зазначені роки, встановлено, що середня температура за вегетаційний період озимої пшениці у 2016-2017 роках перевищувала на 0,9 °С середньобагаторічний показник, а опади склали 88% норм. Найбільш вологозабезпеченим був на весні березень 2017 року.

Можна відмітити, що гарне осінньо-зимове вологозабезпечення періоду вегетації озимих компенсувало

Таблиця 3

Показники термічних ресурсів та ресурсів зволоження у вегетаційний період пшениці озимої у 2018–2019 рр. на території Вінницької області

| Місяць | Середньомісячна температура повітря, °С | | | Сума опадів за місяць, мм | | | ГТК |
|-----------|---|----------|------------|---------------------------|----------|------------|--------------|
| | середньо-багаторічна | фактична | відхилення | середньо-багаторічна | фактична | відхилення | |
| вересень | 13,6 | 15,9 | +2,3 | 60 | 59 | -1 | 1,2 |
| жовтень | 8,0 | 10,2 | +2,2 | 34 | 32 | -2 | 1,0 |
| листопад | 1,9 | 0,9 | -1 | 42 | 30 | -12 | 11,1 |
| грудень | -2,9 | -2,0 | +0,9 | 36 | 53 | +17 | - |
| січень | -3,5 | -4,4 | -0,9 | 31 | 53 | +22 | - |
| лютий | -2,4 | 1,0 | +3,4 | 30 | 23 | -7 | - |
| березень | 1,8 | 4,8 | +3,0 | 30 | 19 | -11 | 1,3 |
| квітень | 8,8 | 9,7 | +0,9 | 47 | 36 | -11 | 1,2 |
| травень | 14,7 | 15,8 | +1,1 | 53 | 115 | +62 | 2,4 |
| червень | 17,7 | 21,1 | +3,4 | 87 | 73 | -14 | 1,1 |
| липень | 19,9 | 19,4 | -0,5 | 87 | 39 | -48 | 0,7 |
| серпень | 18,9 | 20,5 | +1,6 | 77 | 21 | -56 | 0,3 |
| За період | 8,0 | 9,4 | +1,3 | 614 | 553 | -5,1 | 1,2 (за рік) |
| Мін. | -3,5 | -4,4 | -1,0 | 30 | 19 | -56 | 0,3 |
| Макс. | 19,9 | 21,1 | +3,4 | 87 | 115 | +62 | 11,1 |

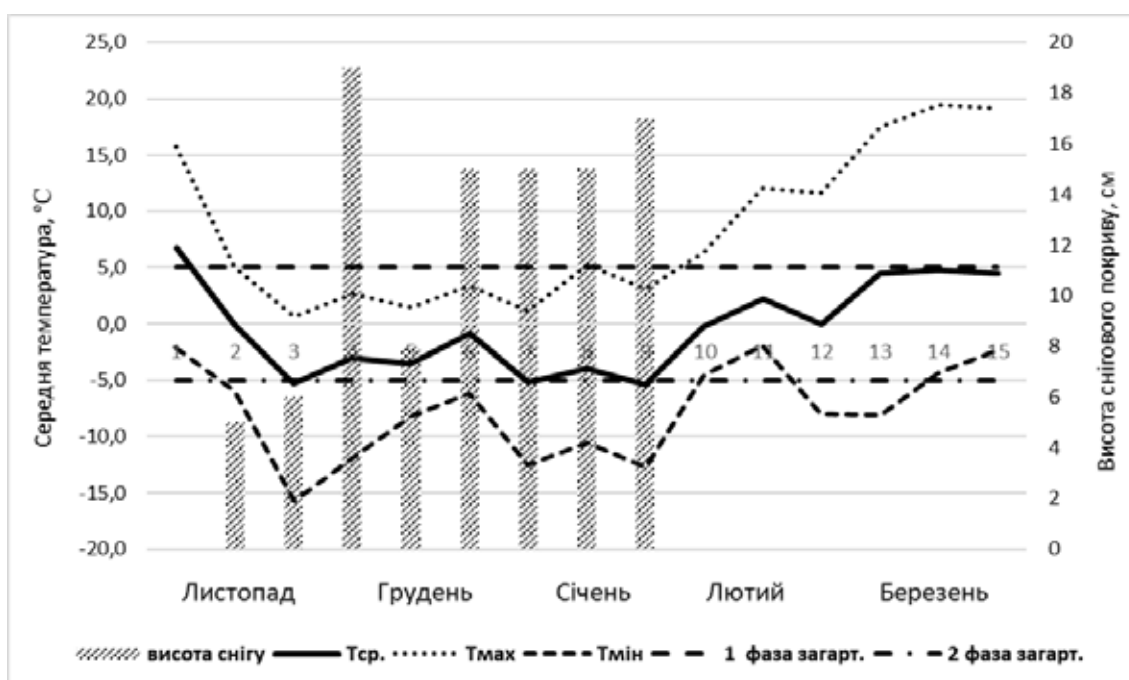


Рис. 3. Агрометеорологічні умови зимового періоду 2018–2019 рр. на ст. Вінниця Вінницької області

посушливі умови літнього періоду. Період стиглості відмічається у більш ранні дати чим середньобагаторічні показники.

В цілому вегетаційний період озимих у 2017-2018 році проходив на фоні підвищених температур та надмірного зволоження. Середня температура за даний період склала 9,7 °С, що на 1,9 °С вище норми. Опадів за період випало 106% норми. Березень відрізнявся наявністю снігового покриву у першій та другій декадах висотою 5-22 см відповідно. Такі умови спричинили появу

фази кушіння у північному та центральному районі 14 – 04 квітня, що відповідає найпізнішим датам середньорічного показника.

Гідротермічний коефіцієнт за рік склав 1,4, що характеризує умови тепло і вологозабезпеченості, як нормальні, з опадами та температурою в межах багаторічної норми.

Веgetаційний період озимих 2018-2019 рр. був доволі теплим, середньобагаторічна температура була вищою на 1,3 °С. У травні та червні середня температура також

була вищою за середньобогаторічне значення на 1,1 та 3,4 °C відповідно. У травні відмічається надмірне вологозабезпечення, сума опадів перевищила середньобогаторічний показник на 62 мм. Але за вегетаційний період сума опадів в межах середньобогаторічної норми. Гідротермічний показник Селянинова за рік рівний 1,2, що відповідає нормальним кліматичним умовам, з опадами та температурою в межах багаторічної норми.

Протягом зими небезпечних метеорологічних явищ не спостерігалось. Температура ґрунту на глибині залягання вузла кушіння озимої пшениці, яка протягом зими не була нижчою від -6,6°C, що не становило суттєвої загрози для озимих, оскільки навіть для слабозвинених рослин. Так, тривалість холодного періоду найдовша у 2016–2017 роках, при цьому $\sum T_{<0} < 0^\circ\text{C}$ найнижча (-324) °C. Середня висота снігового покриву в середньому склала 8 см, при середній глибині промерзання ґрунту 30 см. Найбільша висота снігового покриву відмічається у 1 декаді лютого 29–32 см по області. У 2017–2018 роках абсолютний мінімум температури повітря був найвищий – (-21,8) °C. При цьому середня висота снігового покриву склала 8 см, а глибина промерзання ґрунту не перевищувала 28 см. У другій декаді грудня висота снігового покриву в північному районі досягала 33 см, але засніженим більш був лютий на протязі трьох декад. У 2018–2019 роках період перезимівлі відмічається як найтепліший із досліджуваних. Так, абсолютний мінімум температури не перевищував (-15,7) °C при температурі самого холодного місяця (-4,8) °C. Сніг лежав період листопад–січень, найбільша висота снігового покриву складала 19 см. Коефіцієнт суровості зими рівний 2,0.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Адаменко Т. Перспективи виробництва зерна озимої пшениці в умовах потепління клімату. *Агроном*. 2008. № 3. С. 12–14.
- Anderson W. B., Seager R., Baethgen W. et al. Synchronous crop failures and climate-forced production variability. *Science Advances*. 2019. Vol. 5 Issue 7. DOI: 10.1126/sciadv.aaw1976.
- Carter T. R., Parry M. L., Porter J. H. Climatic-Change and future agroclimatic potential in Europe. *International Journal Of Climatology*. 1991. Vol. 11. Issue 3. P. 251-269.
- Дмитренко В. П. Зміни клімату і проблеми сталого розвитку України. *Проблеми сталого розвитку України*. К.: БМТ, 2001. С. 371–384
- Дмитренко В. П. Погода, клімат і урожай польових культур: монографія. Київ: Ніка-Центр, 2010. 620 с.
- Степаненко С. М., Польовий А. М. Кліматичні ризики функціонування галузей економіки України в умовах зміни клімату: монографія. Одеса: «ТЭС», 2018. 548 с.
- Польовий А. М., Кульбіда М. І., Адаменко Т. І., Трофімова І. В. Моделювання впливу зміни клімату на агрокліматичні умови вирощування та фотосинтетичну продуктивність озимої пшениці в Україні. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2007. № 2. С. 76–91.
- Балабух В. О., Однолюток Л. П., Кривошеїн О. Вплив зміни клімату на продуктивність озимої пшениці в Україні у періоді вегетаційного циклу. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2017. № 3 (46). С. 72–85.
- Круковська А. В. Агрокліматична оцінка умов вологозабезпечення основних зернових культур в Україні. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2008. № 3. С. 109–116.
- Кирнасівська Н. В., Колеснікова О. А. Агрокліматична оцінка вологозабезпеченості періоду вегетації озимої пшениці у Вінницькій області. *Вісник Полтавської державної академії*. 2021. № 4(103). С. 71–79 doi: 10.31210/visnyk2021.04.08
- Jahangirov A. A., Hamidov H. N., Huseynova I. M. The Study of the Sum of Active Temperatures Affecting Autumn Bread (*Triticumaestivum* L.) Wheat Under Dry Rainfed Conditions. *Ekin Journal of Crop Breeding and Genetics*. 2017. Vol. 3. No 2. Pp. 53–59.
- Дубовий В. І., Парфенюк С. М. Особливості зимостійкості та способи екологічної оцінки морозостійкості озимих зернових культур. *Агроекологічний журнал*. 2016. № 3. С. 95–100.
- Хоменко Л. О. Оцінка кліматичних умов 2012–2014 років та їхній вплив на формування морозостійкості пшениці м'якої озимої. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2014. № 3. С. 49–53.
- Armonienė Rita, Liatukas Žilvinas, Brazauskas Gintaras. Evaluation of freezing tolerance of winter wheat (*Triticumaestivum* L.) under controlled conditions and in the field. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2013. Vol. 100, No. 4. p. 417–424. DOI 10.13080/z-a.2013.100.053
- Кривобок О. А., Кривошеїн О. О., Адаменко Т. І., Рубан Т. М. Оцінка стану озимої пшениці після перезимівлі з використанням системи CGMS. *Геополітика і екогеодинаміка регіонів*. 2014. С. 663–667
- Адаменко Т. І. Особливості адаптації системи CGMS для оперативної оцінки стану та прогнозу врожайності озимої пшениці в Україні. *Праці УкрНДГМІ*. 2001. № 261. С. 118–129.
- Ляшенко Г. В. Практикум з агрокліматології: навчальний посібник. Одеса: «ТЕС», 2014. 161 с.
- Агрокліматичний довідник по Вінницькій області: (1986 – 2005 рр.) / за редакцією начальника Вінницького ЦГМ М. М. Кошавки та к. геогр. н. Т. І. Адаменко. Вінниця: Астропринт, 2010. С. 209.

REFERENCES:

- Adamenko, T. (2008). Perspektivy vyrobnytstva zerna ozymoyi pshenytsi v umovakh poteplinnya klimatu [Prospects of winter wheat grain production in conditions of climate warming]. *Ahronom – Agronomist*, 3, 12-14 [in Ukrainian].
- Anderson, W.B., Seager, R., & Baethgen, W., et al. (2019). Synchronous crop failures and climate-forced production variability. *Science Advances*. Vol. 5 Issue 7. DOI: 10.1126/sciadv.aaw1976.
- Carter, T.R., Parry, M.L., & Porter, J.H. (1991). Climatic-Change and future agroclimatic potential in Europe. *International Journal Of Climatology*. Vol. 11. Issue 3. P. 251–269.
- Dmytrenko, V.P. (2001). Zminy klimatu ta problemy staloho rozvytku Ukrainy [Climate change and problems of the current development of Ukraine]. *Problemy*

- staloho rozvytku Ukrainy – Problems of the current development of Ukraine, 371–384 [in Ukrainian].
5. Dmytrenko, V.P. (2010). *Pohoda, klimat i urozhay polovykh kultur [Weather, climate and harvest of field crops]*. Kyiv: Nika-Tsentr [in Ukrainian].
 6. Stepanenko, S.M., & Polovyi, A.M. (2018). *Klimatychni ryzyky funktsionuvannya haluzey ekonomiky Ukrainy v umovakh zminy klimatu: monohrafiya [Climatic risks of the functioning of the branches of the Ukrainian economy in the conditions of climate change: monograph]*. Odesa: «TES». [in Ukrainian].
 7. Polovyi, A.M., Kulbida, M.I., Adamenko, T.I., & Trofimova, I.V. (2007). Modelyuvannya vplyvu zminy klimatu na ahroklimatychni umovy vyroshchuvannya ta fotosyntetychnu produktyvnist' ozymoyi pshenytsi v Ukraini [Modeling the impact of climate change on agroclimatic growing conditions and photosynthetic productivity of winter wheat in Ukraine]. *Ukrayins'kyi hidrometeorologichnyy zhurnal – Ukrainian hydrometeorological journal*, 2, 76–91 [in Ukrainian].
 8. Balabukh, V.O., Odnolyetok, L.P., & Kryvosheyin, O. (2017). Vplyv zmin klimatu na produktyvnist' ozymoyi pshenytsi v Ukraini v periody vechetatsiy noho tsyклу [The influence of climate change on the productivity of winter wheat in Ukraine during the growing season]. *Hidrolohiya, hidrokimiya i hidroekolohiya – Hydrology, hydrochemistry and hydroecology*, 3 (46), 72–85. [in Ukrainian].
 9. Krukovska, A.V. (2008). Ahroklimatychna otsinka umov volohozabezpechennya osnovnykh zernovykh kultur v Ukraini [Agroclimatic assessment of the conditions of moisture supply of the main grain crops in Ukraine]. *Ukrayins'kyi hidrometeorologichnyy zhurnal – Ukrainian hydrometeorological journal*, 3, 109–116 [in Ukrainian].
 10. Kyrnasivska, N.V., & Kolesnikova, O.A. (2021). Ahroklimatychna otsinka volohozabezpechenosti periodu vechetatsiyi ozymoyi pshenytsi u Vinnyts'kiy oblasti [Agroclimatic assessment of moisture availability during the growing season of winter wheat in the Vinnytsia region]. *Visnyk Poltavskoyi derzhavnoyi akademiyi – Bulletin of the Poltava State Academy*, 2021, 4(103), 71–79 doi: 10.31210/visnyk2021.04.08 [in Ukrainian].
 11. Jahangirov, A.A., Jahangirov, A.A., Hamidov, H.N., & Huseynova, I.M. (2017). The Study of the Sum of Active Temperatures Affecting Autumn Bread (*Triticumaestivum* L.) Wheat Under Dry Rainfed Conditions. *Ekin Journal of Crop Breeding and Genetics*. Vol. 3. No 2. Pp. 53–59.
 12. Dubovyy, V.I., & Parfenyuk, S.M. (2016). Osoblyvosti zymostiykosti ta sposoby ekolohichnoyi otsinky morozostiykosti ozymykh zernovykh kul'tur [Peculiarities of winter resistance and methods of ecological evaluation of frost resistance of winter cereals]. *Ahroekolohichnyy zhurnal – Agroecological journal*, 3, 95–100 [in Ukrainian].
 13. Khomenko, L.O. (2014). Otsinka klimatychnykh umov 2012–2014 rokiv ta yikh vplyv na formuvannya morozozymostiykosti pshenytsi myakoi ozymoi [Assessment of climatic conditions of 2012–2014 and their influence on the formation of frost and winter resistance of soft winter wheat]. *Sortuvannya ta okhorona prav na sorty roslyn – Varietal research and protection of rights to plant varieties*, 3, 49–53 [in Ukrainian].
 14. Armonienė, Rita, Liatukas, Žilvinas, & Brazauskas, Gintaras. (2013). Evaluation of freezing tolerance of winter wheat (*Triticumaestivum* L.) under controlled conditions and in the field. *Zemdirbyste-Agriculture*, vol. 100, No. 4, p. 417–424. DOI 10.13080/z-a.2013.100.053
 15. Kryvobok, O.A., Kryvosheyin, O.O., Adamenko, T.I., & Ruban, T.M. (2014). Otsinka stanu ozymoyi pshenytsi pislya perezymivli z vykorystanniam systemy CGMS [Assessment of the condition of winter wheat after overwintering using the CGMS system]. *Neopolityka i ekogeodynamika rehioniv – Geopolitics and ecogeodynamics of regions*, 663–667 [in Ukrainian].
 16. Adamenko, T.I. (2001). Osoblyvosti adaptatsiyi systemy CGMS dlya operatyvnoyi otsinky stanu ta prohnozu vrozhaynosti ozymoyi pshenytsi v Ukraini [Peculiarities of adaptation of the CGMS system for operational assessment of the state and forecast of winter wheat yield in Ukraine]. *Pratsi UkrNDHMI – Proceedings of UkrNDGMI*, 261, 118–129. [in Ukrainian].
 17. Lyashenko, H.V. (2014). *Praktykum z ahroklimatolohiyi [Workshop on agroclimatology]*. Odesa: «TES» [in Ukrainian].
 18. Koshchavky, M.M., & Adamenko, T.I. (2010). *Ahroklimatychnyy dovidnyk po Vinnyts'kiy oblasti: (1986 – 2005 rr.) [Agroclimatic handbook for the Vinnytsia region: (1986 – 2005)]*. Vinnytsya: Astroprint, 209 [in Ukrainian].
- Кирнасівська Н.В., Нікітін П.С., Кирнасівський О.О.**
Аналіз агрометеорологічних умов вегетаційного періоду пшениці озимої на території Вінницької області
- Мета.** Проаналізувати агрометеорологічні умови вегетаційних періодів пшениці озимої на території Вінницької області в період 2016–2019 рр. **Методи.** Теоретичні дослідження роботи ґрунтуються на класичних методах наукового пізнання: аналіз інформації, синтез, аналогія та наукове узагальнення літературних джерел; практична частина базується на використанні класичних методів агрометеорологічних розрахунків і узагальнень. **Результати.** Аналіз погодних умов вегетаційних періодів пшениці озимої (вересень–серпень) проаналізовано за 2016–2017 рр.; 2017–2018 рр.; 2018–2019 рр. За зимовий період взято листопад–березень, так як припинення вегетації пшениці озимої в середньобагаторічному припадає на 09.11, а відновлення – на 28.03. Вважається, що з безлічі характеристик погодних умов на ріст, розвиток та врожайність культурних рослин впливають насамперед умови тепло- та вологозабезпеченості, а саме температура повітря та кількість опадів. Проаналізувавши зазначені роки, встановлено, що середня температура за вегетаційний період у 2016–2017 роках перевищувала на 0,9 °С середньобагаторічний показник, а опади склали 88 % норми. В 2017–2018 році середня температура перевищувала на 1,7 °С середньобагаторічний показник, а опади склали 106 % норми. У 2018–2019 роках середня температура за період була вищою на 1,3 °С, а опади склали 90 % норми. Згідно з гідротермічним коефіцієнтом (ГТК) 2016–2017 вегетаційний рік був достатньо вологим (ГТК = 1,5), 2017–2018 – достатньо вологим (ГТК = 1,4), 2018–2019 – нормальним (ГТК = 1,2). Протягом зимівлі небезпечних метеорологічних явищ за досліджувані роки не спостерігалося. Температура ґрунту на глибині залягання вузла куціння озимої пшениці, яка протя-

гом зими не була нижчою від $-6,6^{\circ}\text{C}$, що не становило суттєвої загрози для озимих, оскільки навіть для слабозвинених рослин критична температура вимерзання становить $-11,5^{\circ}\text{C}$. Встановлено, що тривалість холодного періоду найдовша була у 2016–2017 роках, при цьому сума температур нижче 0°C найнижча (-324) $^{\circ}\text{C}$. Середня висота снігового покриву в середньому склала 8 см, при середній глибині промерзання ґрунту 30 см. У 2017–2018 роках абсолютний мінімум температури повітря був найвищий – $(-21,8)^{\circ}\text{C}$. При цьому середня висота снігового покриву склала 8 см, а глибина промерзання ґрунту не перевищувала 28 см. У 2018–2019 роках період перезимівлі відмічається як найтепліший із досліджуваних. Так, абсолютний мінімум температури не перевищував $(-15,7)^{\circ}\text{C}$ при температурі самого холодного місяця $(-4,8)^{\circ}\text{C}$. Сніг лежав період листопад – січень, найбільша висота снігового покриву складала 19 см. **Висновки.** Агрометеорологічні умови років досліджень значно відрізнялись за температурним режимом та вологозабезпеченістю як в цілому за вегетаційний період, так і за окремими фазами розвитку пшениці озимої. Загалом динаміка агрометеорологічних показників знаходилась на рівні сереньбогаторічних умов у Вінницькій області та відповідає біологічним вимогам пшениці озимої. Сприятливим у всіх відношеннях є 2018–2019 рік, агрометеорологічні умови якого і призвели до найвищої врожайності за досліджувані роки – 6,79 т/га.

Ключові слова. пшениця озима, температура повітря, опади, гідротермічний коефіцієнт, умови перезимівлі.

Kyrnasivska N.V., Nikitin P.S., Kyrnasivskiy O.O.
Analysis of Agrometeorological Conditions during the Vegetative Period of Winter Wheat in Vinnytsia Region

Objective. The aim of this study is to analyze the agrometeorological conditions during the vegetative periods of winter wheat in the Vinnytsia region for the years 2016-2019. **Methods.** Theoretical aspects of the research are based on classical scientific methods such as information analysis, synthesis, analogy, and scientific generalization of literary sources. The practical part involves the application of classical methods of agrometeorological calculations and summarizations. **Results.** The analysis of weather conditions during the vegetative periods of winter wheat (September to August) for the years 2016-2017, 2017-2018, and 2018-2019 was conducted. The winter

period considered was from November to March, as the cessation of winter wheat vegetation occurs on average on November 9th, and its renewal on March 28th. Temperature and precipitation are considered critical factors influencing the growth, development, and yield of crops. Analyzing the specified years, it was determined that the average temperature during the vegetative period in 2016-2017 exceeded the long-term average by 0.9°C , with precipitation at 88% of the norm. In 2017-2018, the average temperature exceeded the long-term average by 1.7°C , with precipitation at 106% of the norm. In 2018-2019, the average temperature was 1.3°C higher, with precipitation at 90% of the norm. According to the hydrothermal coefficient (HTC), the vegetative year 2016-2017 was sufficiently moist (HTC = 1.5), 2017-2018 was also sufficiently moist (HTC = 1.4), and 2018-2019 was normal (HTC = 1.2). No dangerous meteorological phenomena were observed during the wintering period in the studied years. The soil temperature at the depth of the winter wheat node did not fall below -6.6°C , posing no significant threat to winter crops, as even for poorly developed plants, the critical freezing temperature is -11.5°C . It was established that the duration of the cold period was the longest in 2016-2017, while the sum of temperatures below 0°C was the lowest (-324) $^{\circ}\text{C}$. The average height of the snow cover was 8 cm on average, with an average depth of soil freezing of 30 cm. In 2017–2018, the absolute minimum air temperature was the highest – $(-21.8)^{\circ}\text{C}$. At the same time, the average height of the snow cover was 8 cm, and the depth of soil freezing did not exceed 28 cm. In 2018-2019, the overwintering period was noted as the warmest among those studied. Thus the absolute minimum temperature did not exceed $(-15.7)^{\circ}\text{C}$ at the temperature of the coldest month $(-4.8)^{\circ}\text{C}$. Snow fell in the period from November to January, the maximum height of the snow cover was 19 cm. **Conclusion.** The agrometeorological conditions during the studied years significantly differed in temperature regime and moisture content during both the vegetative period and specific stages of winter wheat development. Overall, the dynamics of agrometeorological indicators corresponded to the average conditions in the Vinnytsia region, meeting the biological requirements of winter wheat. The most favorable year in all aspects was 2018-2019, with agrometeorological conditions leading to the highest yield over the studied years – 6.79 t/ha.

Key words: winter wheat, air temperature, precipitation, hydrothermal coefficient, wintering conditions.