

### **1.3. Вплив сучасних кліматичних змін на агрометеорологічні умови вирощування озимої пшениці в Тернопільській області**

*Вольвач О. В.<sup>1, 2</sup>, Лебедєв С. В.<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова*

*<sup>2</sup>Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН*

Пшениця – це одна з найважливіших зернових культур у світі. Згідно з статистичними даними, представленими фахівцями ФАО, світова площа посівів пшениці у 2020 р. становила  $242 \times 10^6$  га, тобто 34 % від загальної площі всіх зернових культур [66]. Китайські вчені повідомляють що за виробництвом, споживанням та імпортом пшениці Китай займає перше місце у світі. На Китай припадає 18 % світового виробництва, і за цим показником він поступається лише Європейському союзу [67].

---

<sup>66</sup> FAO Statistical Databases. FAOSTAT: Food and Agriculture Organization of the United Nations (2022). URL: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/0c372c04-8b29-4093-bba6-8674b1d237c7/content>.

<sup>67</sup> Mapping 10-m harvested area in the major winter wheat-producing regions of China from 2018 to 2022 / J. Hu et al. *Scientific Data*. 2024. Vol. 11, 1038. doi: 10.1038/s41597-024-03867-z

Серед найважливіших зернових культур озима пшениця за посівними площами займає в Україні перше місце і є головною продовольчою культурою. Це свідчення великого народногосподарського значення озимої пшениці, її необхідності у задоволенні людей високоякісними продуктами харчування [68].

За відомостями [69] пшениця належить до найбільш стародавніх культур. Археологічні дані свідчать, що в багатьох районах Азії, Європи, а також в Єгипті пшеницю вирощували за 5–7 тисяч років до нашої ери. Залишки зерен пшениці знайдено під час розкопок поселення VII тисячоліття до н. е. в долині річок Тигру і Євфрату. Зерно її знаходять в єгипетських пірамідах, у свайних будівлях Швейцарії і в багатьох стоянках людини.

За оцінками Бюро перепису населення США, населення світу з 2007 по 2050 рік зросте на 44 %, а основне споживання пшениці припадатиме на країни, що розвиваються. Через це необхідно збільшувати врожайність пшениці, оскільки очікується, що протягом наступних двадцяти років світова посівна площа під пшеницею суттєво не збільшиться, або навіть зменшиться [70].

Згідно до [71] у переважній більшості країн світу виробництво зерна традиційно належить до провідних галузей сільського господарства. Основу сільськогосподарського виробництва в Україні теж складає зернове господарство як постачальник сировини для виробництва основних цінних продуктів харчування людей, головний і незамінний корм для тварин, а також сировина для промислової переробки.

Зернове господарство в Україні має важливе значення для розвитку національної економіки, забезпечення продовольчої безпеки держави. Рівень розвитку зернового господарства напряму залежить від обсягів виробництва зерна [71].

Агрометеорологічні умови конкретних років впливають на урожайність озимої пшениці. У роки із сприятливими умовами середньообласна урожайність в Україні може досягати майже 70 ц/га. При несприятливих осінньо-зимових умовах і посушливих умовах влітку урожайність різко падає.

Тому для детальної оцінки агрометеорологічних умов вирощування озимої пшениці необхідно проводити дослідження основних показників теплового і вологісного режимів по окремим міжфазним періодам її вегетації. Особливе значення така оцінка набуває у період сучасних

---

<sup>68</sup> Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Рослинництво. Київ : Аграрна освіта, 2001. 591 с.

<sup>69</sup> Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Лівів : НВФ "Українські технології", 2006. 730 с.

<sup>70</sup> Afsin S., Yilmaz A., Fahrettin A. Wheat yield dynamics: A structural econometric analysis. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 2007. Vol. 10. P. 3533–3540. doi: 10.3923/pjbs.2007.3533.3540

<sup>71</sup> Соловей І. С., Соловей І. М. Вплив урожайності та спеціалізації на економічну ефективність зерновиробництва. *Бізнесінформ*. 2018. № 2. С. 186–190.

кліматичних змін, які вже за теперішнього часу суттєво впливають на розподіл посівних площ, агротехніку вирощування і кінцеву урожайність озимої пшениці.

## **1. Сучасний стан вирощування озимої пшениці в Тернопільській області**

Останні 20 років у Тернопільській області вирощуються дуже якісні сорти озимої пшениці вітчизняної та закордонної селекції. Всі сорти занесені у Реєстр сортів, придатних до вирощування в Україні.

Столична – це високоякісна сильна пшениця, рекомендована для вирощування в Лісостеповій та Полісся зоні. Створена в ННЦ «Інститут землеробства» НААН. Сорт відрізняється високим вмістом білка (15,0 %) та клейковини (31,5 %), що робить її ідеальною для виробництва борошна та хліба високої якості. Стійкість до вилягання, осипання та хвороб – 8 балів [72].

Акратос – сорт, який відрізняється середньою висотою посівів. Занесений до державного реєстру сортів з 2010 року. Пшениця м'яка, інтенсивного типу вирощування. Стебла відрізняються досить високою кущистістю. Сорт середньоранній – дозрівання посівів відбувається на 280–285 день. Сорт Акратос характеризується значною морозостійкістю, яка є вище середнього рівня, середньою посухостійкістю, високим ступенем толерантності до таких хвороб: борошниста роса, іржа, тверда сажка.

Рослини пшениці сорту Акратос мають потовщене стебло, тому вилягання посівів – виключене. Зерно в колосі не має тенденції до проростання. Рекомендується вирощування в природних зонах Степу, Лісостепу та Полісся України. Може вирощуватися на різних агрофонах. Рекомендується вирощувати сорт за інтенсивної технології [72].

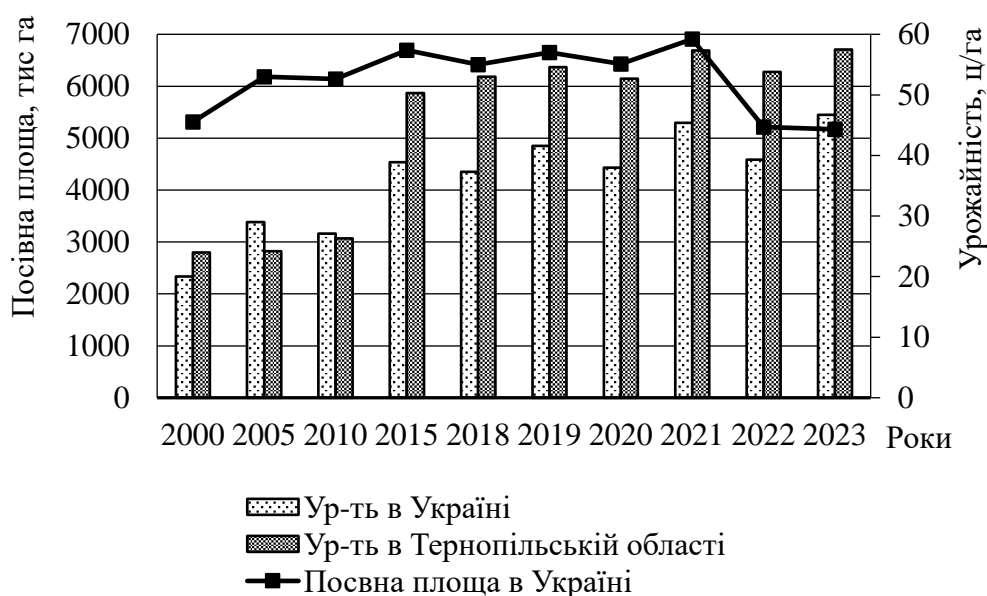
Реформ – високоінтенсивний сорт з найвищим потенціалом урожайності. Характеризується високою зимостійкістю та стійкістю врожайності. Має високу толерантність до захворювань, особливо до борошнистої роси та фузаріозу колосу. Рекомендується до вирощування в Поліссі і Лісостепу [72].

Франц – топовий сорт озимої пшениці нового покоління європейської селекції, високоінтенсивного типу вирощування, який вдало поєднав в собі показники високої врожайності та відмінні хлібопекарські якості. Сорт надстійкий до стресових умов при значній нестачі вологи. Середня врожайність за роки експертизи в Україні: в зоні Лісостепу – 8,5 т/га, Полісся – 7,3 т/га. Сорт характеризується великим добре озерненим колосом. Має високу стійкість до борошнистої роси, іржастих хвороб, септоріозу. Серед його переваг – високий коефіцієнт кущення, висока посухостійкість, відмінна стійкість до вилягання та проростання зерна в колосі [72].

---

<sup>72</sup> Головний сайт для агрономів Суперагроном. URL: <https://superagronom.com/>

У Тернопільській області озима пшениця протягом останніх років дає одні з найбільших в Україні урожаї, відповідно, область характеризується досить суттєвими валовими зборами. Так, згідно з даними Статистичного управління [73], посіви озимої і ярої пшениці в 2024 році займали в Тернопільській області 192 тис га. На рис. 1 представлено дані щодо загальної посівної площі під озимом пшеницею та середньорічної урожайності культури, а також величини урожайності в Тернопільській області.



**Рис. 1. Посівні площі та урожайність озимої пшениці**

Джерело: розраховано авторами за даними Державної служби статистики України.

Можна бачити, що на початку нинішнього століття площа під озимом пшеницею в Україні становила близько 5 млн га. Протягом наступних двадцяти років площі озимої пшениці в Україні були досить стабільними і коливаються від 6 до 7 млн га. Деяке скорочення посівної площі озимої пшениці спостерігається останніми роками. Це пов'язано перш за все з військовим вторгненням і тимчасовою втратою площ на окупованій території. Існують ще декілька причин зменшення площі посівів – це сучасні зміни клімату, що відбуваються, а також економічні складнощі, пов'язані з субсидіями та нестабільними цінами на сільськогосподарську продукцію.

Також на рис. 1 видно, що протягом останніх десяти років урожайність озимої пшениці в Тернопільській області набагато перевищувала середню урожайність в Україні. Найбільша різниця між урожаєм спостерігалася в 2018 р., коли середня урожайність озимої пшениці в Україні становила 37,3 ц/га, а у Тернопільській області було зібрано на 15,7 ц/га більше, тобто урожай становив 53 ц/га. Також досить суттєво урожайність в Тернопільській області перевищувала середню

<sup>73</sup> Сайт статистичного управління Тернопільської області. URL: <https://www.te.ukrstat.gov.ua/>

урожайність в Україні в 2020 та 2022 роках, коли різниця становила 14,7 та 14,5 ц/га відповідно.

Під час дослідження динаміки урожайності озимої пшениці ми вирішували завдання визначити тенденцію урожайності і величину її випадкової компоненти, а також дослідити закономірності їх змін у часі. Аналіз проводився за традиційною в агрометеорології методикою [74], що спирається на гіпотезу О. Обухова про те, що урожайність будь-якої сільськогосподарської культури доцільно розглядати, як добуток двох величин – стаціонарної складової, яка визначається рівнем культури землеробства при вирощуванні і випадкової складової, що визначається погодними умовами років вирощування.

Невипадкова функція часу характеризує тенденцію врожайності (тренд), що є результатом поступового поліпшення культури землеробства за середнього рівня ґрунтового-кліматичних умов. Її величина залежить від впровадження в практику досягнень науки і техніки, тощо [75].

Для аналізу динаміки урожайності у часі, як правило користуються методом найменших квадратів, при цьому вважають, що всі спостереження ряду, що досліджується, мають однакову вагу. Але на тенденцію урожайності більше впливає той рівень культури землеробства, який було досягнуто останніми роками. Чим більш ранні спостереження ми досліджуємо, тим менше вони визначають сучасну тенденцію, тому їм треба менше приділяти уваги порівняно з пізнішими спостереженнями. Метод гармонічних ваг як раз і враховує цю особливість [76].

Метод гармонічних ваг вперше застосував для вирішення економічного завдання оцінки прибутковості банків З. Хельвіг. Ним був запропонований показник, що складається з усіх ознак, які характеризують досліджуване економічне явище. В агрометеорології для аналізу часових рядів урожайності метод гармонічних ваг запропонував А. М. Польовий [77].

Розглянемо результати наших досліджень. Визначення тенденції урожайності (побудова лінії тренду) було виконано на основі даних про виробничу урожайність озимої пшениці в Тернопільській області за період 40 років – з 1985 по 2024 рр.

На рис. 2 представлено графік динаміки фактичних урожаїв озимої пшениці (він має вигляд ламаної лінії) і лінію тренду (вона має

---

<sup>74</sup> Вольвач О. В., Прокоф'єв О. М., Козуліна С. Ю. Аналіз динаміки урожаїв вівса в Житомирській області. *Зелене пововення відновлення продовольчих систем в Україні* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Одеса, 26 січня 2023 року). Одеса : Олді+, 2023. С. 240–245.

<sup>75</sup> Гамаюнова В. В. Прогноз і програмування врожаїв сільськогосподарських культур : конспект лекцій. Миколаїв : МНАУ, 2014. 59 с.

<sup>76</sup> Польовий А. М., Божко Л. Ю., Ситов В. М., Ярмольська О. Є. Практикум з сільськогосподарської метеорології. Одеса : ТЕС, 2001. 400 с.

<sup>77</sup> Кліматичні ризики функціонування галузей економіки України в умовах зміни клімату : монографія / за ред. С. М. Степаненка, А. М. Польового. Одеса : ТЕС, 2018. 548 с.

згладжений вигляд). Весь досліджуваний період ми поділили на чотири підперіоди тривалістю по 10 років: 1985–1994, 1995–2004, 2005–2014, 2015–2024 роки відповідно.



**Рис. 2. Динаміка урожайності озимої пшениці та лінія тренду в Тернопільській області**

Джерело: розраховано авторами за даними Державної служби статистики України.

Розглянемо динаміку урожайності протягом цих періодів. У перше досліджуване десятиліття виробничі урожаї озимої пшениці коливалися від 34 ц/га в 1991 році до 49 ц/га у 1987 році. Середня урожайність за цей період становила 39,7 ц/га, що на той час можна вважати досить задовільним значенням. У той же час, розглядаючи лінію тренду за першу десятирічку можна бачити, що протягом цього часу лінія тренду має чітко виражений спадний характер, що свідчить про падіння рівня культури землеробства. Так, на початку першого досліджуваного десятиліття урожай за трендом становив 44,2 ц/га, наприкінці – 33,5 ц/га. Причина цього явища є переважно економічною, тому що у період 1985–1994 рр. в економіці України, і, зокрема у сільськогосподарському виробництві спостерігалася потужна криза.

З розпадом СРСР і отриманням незалежності Україна стала на шлях самостійного як політичного, так і економічного розвитку. Але у результаті панування командно-адміністративної системи управління економікою Україна, як і інші колишні радянські республіки, опинилася в стані глибокої економічної кризи [78]. Падіння спостерігалася у всіх галузях народного господарства. За 1990–1993 рр. обсяг сільськогосподарської продукції скоротився на 25 %. У 1991–1993 рр. загальна площа посівів сільськогосподарських культур становила 14203,7 тис. га, що на 8,3 % менше, ніж за попередні п'ять років. Скоротилися на

<sup>78</sup> Економічна історія : лекції / О. Н. Тимочко та ін. Київ : КНЕУ, 2000. 268 с.

7,6 % посіви цукрових буряків, на 23 % – льону, на 4,7 % – овочів, на 33,3 % – кукурудзи [78].

Наступне десятиліття (1995–2004 рр.) характеризується не тільки продовженням падіння рівня культури землеробства, про що свідчить вигляд лінії тренду, а й, як наслідок, суттєвим зменшенням величин виробничих урожаїв озимої пшениці. Найбільший урожай було зібрано на початку цього десятиліття – в 1995 р., його величина становила 38 ц/га. Більше за цей досліджений період таких урожаїв не було, а протягом 2001 та 2003 рр. були зібрані найменші за всі досліджені сорок років урожаї порядку 18,5–18,6 ц/га.

Тобто зниження рівня культури землеробства спричинило те, що потенціал сортів озимої пшениці у ці роки було реалізовано на дуже низькому рівні. Середня урожайність за другий досліджений підперіод становить 26,6 ц/га, що на 13 ц/га менше за попереднє значення. На початку другої десятирічки за рахунок культури землеробства можливо було отримати урожай величиною 31,9 ц/га, але падіння культури землеробства призвело до падіння трендової компоненти у 2001–2003 рр. до 24,7–24,9 ц/га і лише в останній рік цього періоду трендова компонента почала дуже несуттєво зростати – до 25,4 ц/га. Саме з 2004 р. починається покращення культури землеробства при вирощуванні озимої пшениці в Тернопільській області.

Таким чином у Тернопільській області друга половина досліджуваного періоду, починаючи з 2004 року характеризується зростанням виробничих урожаїв озимої пшениці. Однак спостерігаються і суттєві коливання урожаїв по роках. Розглядаючи третє досліджуване десятиліття (2005–2014 рр.), можна бачити, що у перші роки рівень урожайності був порівняно невисокий – у 2005 та 2006 рр. вона не перевищувала 23–24 ц/га, також невисокий урожай було зібрано й у 2010 р. – в межах 26 ц/га. Однак у цей період спостерігалися і доволі високі врожаї – в 2011 та 2012 роках було зібрано 40,8 ц/га та 38,4 ц/га відповідно. Найбільш урожайним у це десятиліття був останній 2014 рік, коли було зібрано 50,4 ц/га. Середня урожайність озимої пшениці за 2005–2014 рр. становить 34,2 ц/га.

Розглядаючи трендову компоненту можна побачити цікаву закономірність – зростання рівня культури землеробства протягом другої половини дослідження відбувалося з такою ж інтенсивністю, з якою ми спостерігали її падіння у першу половину дослідження. Якщо на початку десятиліття (2005 р.) за рахунок рівня культури землеробства можна було отримати урожай 26,2 ц/га, то наприкінці періоду (2014 р.) ця величина вже становила 44,2 ц/га.

Протягом четвертого досліджуваного десятиріччя (2015–2024 рр.) виробнича урожайність озимої пшениці була не менше 50 ц/га. Середня урожайність культури за цей період становить 54,5 ц/га, а найвищій

урожай було зібрано у минулому році і становив він 60,9, що відповідає генетичним можливостям культури.

Трендова компонента за десять років прямолінійно та інтенсивно продовжувала збільшуватися від 46,5 ц/га до 61,8 ц/га. Це свідчить про те, що останні роки характеризуються дуже суттєвим ростом культури землеробства, що дозволило збільшити трендову компоненту урожайності за другу половину досліджень з 26 до 62 ц/га, тобто майже в 2,5 рази.

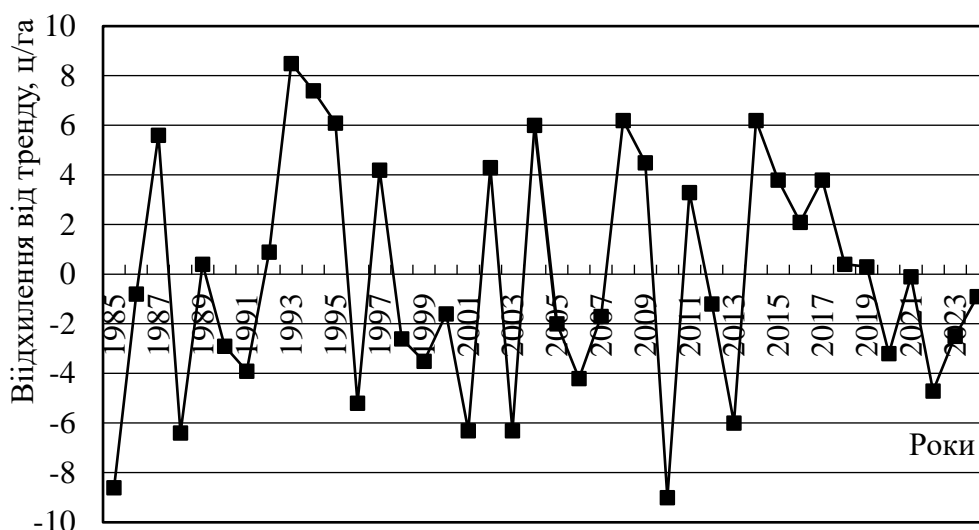
Загалом середньобагаторічна урожайність озимої пшениці в Тернопільській області за всі 40 досліджених років становить 38,7 ц/га, а тенденція додатна і становить 1,4 ц/га.

Таким чином можна зробити висновок, що протягом останніх двадцяти років при вирощуванні озимої пшениці аграрії Тернопільської області дуже суттєво покращили рівень культури землеробства. Застосування інноваційних прийомів агротехніки, збільшенні кількості та якості мінеральних та органічних добрив, що вносяться під озиму пшеницю, заміна на більшості посівних площ старих сортів на сучасні високоурожайні гібриди – все це призвело до збільшення виробничих урожаїв культури.

Однак незважаючи на це протягом всього періоду дослідження спостерігалися значні відхилення по обидва боки від лінії тренду. Ці відхилення урожайності від тренду є випадковими і зумовлені погодними умовами конкретного року. Для озимої пшениці коливання урожайності пов'язані перш за все зі змінами режиму зволоження та умовами перезимівлі у ці роки. На рис. 3 представлені відхилення урожайності озимої пшениці від тренду за сорокарічний досліджуваний період.

Лінія тренду є середньою нормальною лінією урожайності для певного району, що визначається середніми кліматичними умовами цього району та рівнем культури землеробства. Відхилення від тренду визначаються сприятливістю або несприятливістю агрометеорологічних умов для формування урожайності озимої пшениці. Як правило кількість додатних і від'ємних відхилень буває приблизно однаковою.

Протягом досліджуваного періоду спостерігалось 22 від'ємних відхилення від тренду, тобто погодні умови цих років були несприятливими для вирощування озимої пшениці. У 18 роках відхилення були додатними, що свідчить про сприятливість погодних умов. Причому 1993 та 1994 рр. можна визнати найбільш сприятливими за всі 40 років, тому що саме у цих роках спостерігалися найбільші додатні відхилення від тренду, які становили відповідно 8,5 та 7,4 ц/га.



**Рис. 3. Відхилення урожайності озимої пшениці від лінії тренду в Тернопільській області**

Джерело: розраховано авторами за даними Державної служби статистики України.

У перше досліджене десятиліття спостерігався один з найбільш несприятливих років за весь період дослідження – це був 1985 р., а від’ємне відхилення становило 8,6 ц/га. Ще гірші умови для вирощування озимої пшениці склалися лише в посушливому 2010 р., коли від’ємне відхилення від тренду становило 9 ц/га.

Останнє досліджене десятиріччя (2015–2024 рр.) характеризується однаковою кількістю як додатних, так і від’ємних відхилень від тренду. Причому агрометеорологічні умови у цей період були найбільш близькі до середньобагаторічних. Про це свідчить той факт, що і додатні і від’ємні відхилення у цей період були найменшими.

Таким чином можна бачити, що коливання урожайності від лінії тренду по роках у зв’язку з різноманітністю агрометеорологічних умов є доволі великими, і вони не зменшуються з підвищенням культури землеробства. У зв’язку з цим врахування особливостей агрометеорологічних умов кожного року з підвищенням культури землеробства набуває все більшого значення. Багато вчених-агрометеорологів (Ф. Ф. Давітая, М. С. Кулик, Є. С. Уланова) звертали увагу на те, що за умов високого рівня агротехніки є невірним вважати, що роль метеорологічних умов зменшується. Подальше вдосконалення агротехніки не тільки не знижає значення врахування агрометеорологічних умов, а, навпаки, вимагає проводити його максимально повно та ретельно.

2. Агрометеорологічна оцінка вегетаційного періоду озимої пшениці

### 2.1. Агрометеорологічні умови періоду осінньої вегетації

Процеси росту і розвитку озимої пшениці, а також урожайність посіву тісно пов’язані із строками і нормами висіву, біологічними особливостями сортів та умовами вегетаційного періоду та технологіями

вирощування Першим і вельми важливим етапом у забезпеченні подальшого нормального росту та розвитку рослин є сівба. Сходи повинні бути дружніми, своєчасними, сильними та мати нормальну густоту. Ці моменти головним чином визначаються ґрунтовими і метеорологічними умовами, а також строками сівби.

Автори [79] вважають, що лише за умови сівби в оптимальні строки та після правильно дібраних попередників можна отримати достатню кількість зерна високої якості.

За різних строків сівби сходи з'являються у різні часові проміжки, що пов'язано з мінливістю температурного режиму. З огляду на цю ситуацію, наукове коригування термінів сівби та збору врожаю є ефективним способом для тих фермерів, хто займається виробництвом пшениці, раціонально використовувати світлові та теплові ресурси; отримувати міцні передзимові сходи; запобігати пошкодженням від зимових та весняних заморозків, пізньому вилягання та передчасному старінню; а також забезпечувати стабільний та високий урожай. У сучасній вітчизняній та зарубіжній літературі можна зустріти велику кількість інформації щодо визначення оптимальних термінів сівби озимої пшениці в різних місцях її вирощування.

Китайські дослідники [80] вважають, що пізній посів озимої пшениці може пригнічувати надмірне передзимове кушіння, зменшувати густоту посівів пшениці та раціоналізувати густоту посівів, щоб уникнути енергійного росту взимку, що може ефективно запобігти зниженню врожайності пшениці, спричиненому заморозками. З іншого боку вони висловлюють припущення, що пізній посів збільшує вплив високих температур на пшеницю протягом періоду наливу, тобто «термінального тепла», що негативно впливає на фотосинтез листя, налив та формування кінцевого врожаю [80].

Отримані для умов південносхідної частини Київської області у період 2018–2021 вегетаційних років результати досліджень показали, що значний вплив «на формування високих показників урожайності пшениці озимої мають гідрометеорологічні умови року досліджень, попередник, строк сівби та сорт. Наприклад, середня врожайність сортів пшениці озимої за сівби 25 вересня становила 4,04–6,24 т/га, а за сівби 5 жовтня – 3,35–5,46 т/га [79].

Протягом останніх 25 років відбулися значні зміни клімату, особливо щодо температури. Тому оптимальні терміни сівби змістилися на пізніші майже у всіх ґрунтово-кліматичних зонах. Наприклад, до 1990 року для території західного Лісостепу оптимальними термінами сівби вважалися

---

<sup>79</sup> Вплив попередників та строків сівби на врожайність сортів *Triticum aestivum L.* в умовах Центрального Лісостепу України / В. В. Кириленко та ін. *Plant Varieties Studying and protection*. 2023. Vol. 19. № 3. С. 141–147. doi: 10.21498/2518-1017.19.3.2023.287637

<sup>80</sup> Effects of sowing date variation on winter wheat yield: Conclusions for suitable sowing dates for high and stable yield / J. Liu et al. *Agronomy*. 2023. Vol. 13. Iss. 4, 991. doi: 10.3390/agronomy13040991

10–25 вересня. За даними українських вчених зараз ці терміни настають дещо пізніше – з 20 вересня по 5 жовтня [69].

За результатами досліджень стосовно території Правобережного Лісостепу України “визначено тенденцію до зміщення строків сівби озимої пшениці в бік більш пізніх строків порівняно зі строками сівби у 1950-х роках на 30 днів, у 1970-х роках – 20, у 1980-х роках – 15–20, у 1990-х роках – на 10 днів” [81].

Відомо [82], що за своєчасної сівби озимі восени формують по 3–6 пагонів на рослині. Ці пагони навесні проходять світлову стадію і використовують оптимально весняні запаси вологи. Занадто ранні строки сівби озимої пшениці призводять до того, що рослини передчасно розвиватимуться і можуть бути уражені патогенними мікроорганізмами, що зіпсує значну частину врожаю через зниження морозостійкості. Пізній засів теж небезпечний: залишається мінімум часу до похолодання, отже, є ризик, що коренева система не встигне сформуватися в повному обсязі. На теперішній час оптимальні строки сівби озимої пшениці в середньому по Україні – 20–30 вересня [83].

Нами були проаналізовані агроєкологічні умови періоду сівба-сходи озимої пшениці в Тернопільській області за період 19 років – з 2003 по 2022 рр. Результати представлені в табл. 1. Середня дата сівби озимої пшениці за останні роки – 26 вересня, що відповідає загальній сучасній тенденції – деякому зсуву строків сівби на більш пізній час. Це можна бачити у порівнянні з даними Агрокліматичного довідника по Тернопільській області [84], де представлені дані за 1986–2005 рр., і середня даті сівби становить 22 вересня.

За даними нового Агрокліматичного довідника по Україні, до якого увійшли середньобагаторічні дані за тридцятирічний період 1986–2015 рр. сівба у Тернопільській області у цей час відбувалася 23 вересня [85].

Такий зсув строків сівби, як правило пояснюється тим, що в останні десятиліття дуже часто на момент сівби озимих спостерігається осіння засуха і вологи у ґрунті буває недостатньо для отримання сходів озимої пшениці. За даними [86] у період, коли мало продуктивної вологи у ґрунті (або її взагалі немає), фермери чекають дощів і суттєво затягують терміни сівби. Тому в зиму посіви входять лише у фазі шильця, незагартовані, не

---

<sup>81</sup> Уліч О. Л. Тенденції зміни строків сівби пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) у південній частині Правобережного Лісостепу України за трансформації клімату. *Вісник аграрної науки*. 2018. №6 (783). С. 19–24. doi: 10.31073/agrovisnyk201806-03

<sup>82</sup> Озима пшениця: коли сіяти і як вирощувати в Україні. URL: <https://weagro.com.ua/blog/ozyma-pshenyczya-koly-siyaty-i-yak-vyroshhuvaty-v-ukrayini/>

<sup>83</sup> Все про оптимальні строки сівби пшениці. URL: <https://www.lnz.com.ua/news/vse-pro-optimalni-stroki-sivbi-psenici>.

<sup>84</sup> Агрокліматичний довідник по Тернопільській області (1986–2005 рр.) / за ред. С. Є. Софінського, Т. І. Адаменко. Тернопіль, 2010. 180 с.

<sup>85</sup> Агрокліматичний довідник України (1986–2015 рр.) / за ред. Т. Адаменко, А. Прокопенко. Київ, 2019. 55 с.

<sup>86</sup> Сівба у сухий ґрунт? Чекати чи ризикувати? URL: <https://www.agronom.com.ua/zmina-terminiv-sivby-ozymoi-pshenytsi-v-umovah-globalnogo-poteplinnya/>

встигають сформувати кореневу систему, така ситуація спричиняє подальші втрати урожайності на 10–30 %. За даними [ 87 ] середнє зниження врожаю через порушення термінів сівби озимої пшениці може становити від 15 до 40 %.

### 1. Агрометеорологічні показники умов вирощування озимої пшениці в період від сівби до сходів

Роки	Дати настання фаз		N, дні	ΣT > 5 °C		ΣR, мм	W <sub>0-20</sub> , мм
	Сівба	Сходи		Акт.	Еф.		
2003–2004	14.09	28.09	14	188	118	3	22
2004–2005	18.09	2.10	14	155	85	31	39
2005–2006	12.09	22.09	10	139	89	9	29
2006–2007	17.09	30.09	13	184	119	0	38
2007–2008	25.09	8.10	13	155	90	6	33
2008–2009	10.10	24.10	14	127	57	6	49
2009–2010	22.09	10.10	18	218	128	12	12
2010–2011	11.10	31.10	20	103	10	36	42
2011–2012	24.09	4.11	40	305	105	15	30
2012–2013	23.09	4.10	11	144	89	17	40
2013–2014	14.10	28.10	14	156	86	5	25
2014–2015	9.10	5.11	26	183	53	18	26
2015–2016	5.10	24.10	19	135	40	17	24
2016–2017	27.09	10.10	13	123	58	30	27
2017–2018	19.09	28.09	9	108	63	33	33
2018–2019	25.09	6.10	11	109	54	15	21
2019–2020	30.09	16.10	16	187	107	6	11
2020–2021	19.09	30.09	11	162	107	87	30
2021–2022	15.09	28.09	13	153	88	20	43
Середнє	26.09	12.10	16	160	81	19	30

Джерело: авторські дослідження

У середньому через 16 днів після сівби, тобто 12 жовтня, з'являються сходи озимої пшениці. Але протягом досліджуваного періоду відбувалися значні коливання. Так, самий ранній строк утворення сходів в Тернопільській області спостерігався 22 вересня 2005 р., а самий пізній – 5 листопада 2014 р. Тривалість першого міжфазного періоду озимої пшениці (сівба-сходи) також коливається від 9 днів у 2017 р. до 40 днів у 2011 р.

За даними [88] за сівби у більш ранні терміни сходи з'являються теж раніше, а затримка із сівбою спричиняє збільшення тривалості періоду сівба-сходи.

<sup>87</sup> Гуцол Г. В., Овчарук І. І. Вплив строків сівби на осінній ріст і розвиток пшениці озимої. *Сільське господарство та лісівництво*. 2024. № 2 (33). С. 23–31. doi: 10.37128/2707-5826-2024- 2-2

<sup>88</sup> Довідник оптимальних ґрунтово-кліматичних умов вирощування сортів рослин та агроекологічного районування сільськогосподарських земель України / уклад. Н. В. Лещук, Н. С. Орленко, С. О. Засць, О. В. Вольвач та ін. ; за заг. ред. С. І. Мельника, Р. А. Вожегової. Вінниця : ТВОРИ. 2024. 94 с.

Згідно з останніми дослідженнями українських вчених, оптимальна температура для сходів становить 10–20 °С, вологість орного шару ґрунту повинна бути не менше 60–75 % НВ, а сума активних температур для проходження цього періоду приблизно становить 100–150 °С [88].

Відомо, що швидкість утворення сходів залежить від температури і вологості верхніх шарів ґрунту (Уланова, 1975). Коли у ґрунті є достатні запаси продуктивної вологи (в орному шарі міститься 30–50 мм), швидкість утворення сходів визначається зазвичай лише температурою. Як можна бачити з табл. 1, в Тернопільській області у середньому від сівби до сходів накопичується сума активних температур вище 5 °С порядку 160 °С, а ефективних – порядку 80 °С. Але також можна бачити, що спостерігаються коливання як сум активних, так і сум ефективних температур протягом досліджуваних років. Найменшу суму активних температур відзначено восени 2010 р. – 103 °С, при цьому ефективних температур накопичилося лише 10 °С. Така ситуація у 2010 р. пояснюється тим, що сівбу було проведено досить пізно – 11 жовтня за середньодекадних температур, що не перевищували 5,3 °С. Таким чином проростання зерна і формування сходів тривало досить довго – 20 днів – і за умов прохолодної погоди.

Як вже відзначалося, у теперішній час досить часто спостерігається відсутність опадів у період осінніх посівних робіт. Це явище спричиняє труднощі при проростанні зерна та затримує процес появи сходів. Насіння озимої пшениці починає бубнявіти і проростати лише після випадіння дощів. Так, насіння озимої пшениці, що було посіяне на глибину 5 см, починало проростати лише після випадіння дощу не менш 5 мм (Свисюк, 1969).

Середня кількість опадів за перший міжфазний період озимої пшениці становить 19 мм, найменша спостерігалась в 2006 р. – тоді опадів взагалі не було; найбільше опадів випало в 2020 р. – 87 мм.

Також для характеристики умов вологозабезпечення посівів озимої пшениці протягом осінніх міжфазних періодів вегетації за досліджуваний період, ми використовували запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту. В таблиці 1 видно, що середні за період сівба-сходи запаси орного шару становлять 30 мм, або 80 % НВ. Найменші запаси відзначалися в 2010 р. і становили 11 мм (29 % НВ), а найбільші – в 2008 р. і становили 49 мм (129 % НВ). Треба відзначити, що наші дані досить добре збігаються з даними інших дослідників [89].

Після фази сходів рослина озимої пшениці починає розгортати чергове листя, а дещо пізніше починається фаза куціння (формування додаткових стебел або пагонів). У період осіннього куціння утворюються майбутні колосоносні стебла, які є показником продуктивності посіву і

---

<sup>89</sup> Ткачук В. П., Тимошук Т. М. Вплив строків сівби на продуктивність пшениці озимої. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 3 (804). С. 38–44. doi: 10.31073/agrovissnyk202003-05

від їх кількості залежить майбутній урожай. Також ця фаза є дуже важливою при формуванні зимостійкості рослин. Відомо, що рослини, що входять у стан перезимівлі, краще переносять несприятливі зимові умови у стані 3–6 пагонів кущіння.

Однак, останнім часом часто відзначаються ситуації із пізними посівами озимої пшениці. Сівба у пізні строки має свої особливості. Якщо пшеницю сіють наприкінці жовтня, то продуктивні пагони восени утворитися не встигають. У цьому випадку за даними [90] бажано, щоб пшениця пішла в зиму в стані шильця або одного листка.

Згідно з даними [91] останніми роками спостерігаються випадки, коли припинення вегетації посівів озимої пшениці не у традиційній стадії кущіння, а у стадії декількох листків. В такому випадку кущіння починається вже після перезимівлі і після відновлення вегетації навесні. Аналогічна ситуація спостерігається в Тернопільській області. У табл. 2 надаються дати фаз вегетації озимої пшениці.

## 2. Зміни дат кущіння посівів озимої пшениці за умов сучасних змін клімату

Рік	Кущіння	Припинення вегетації	Відновлення вегетації	Тривалість періоду віднов- лення вегетації – кущіння
2008–2009	04.04	7.11	31.03	4
2009–2010	12.04	29.10	28.03	15
2010–2011	8.04	21.11	24.03	14
2011–2012	6.04	18.11	20.03	17
2013–2014	16.03	25.11	10.03	6
2014–2015	31.03	24.10	10.03	21
2015–2016	28.03	21.11	10.03	18
2016–2017	31.03	8.11	8.03	23

Джерело: авторські дослідження.

Як можна бачити, у восьми роках з 19 досліджуваних кущіння посівів починалося вже навесні наступного року, у середньому через два тижні після відновлення вегетації. У випадку, коли посіви традиційно входили в зиму після кущіння, в середньому воно відбувалося 28 жовтня.

Припинення вегетації озимої пшениці в Тернопільській області відзначається 12 листопада. Також можна зробити висновок, що у порівнянні з даними [85] спостерігається тенденція до подовження осінньої вегетації і настання її пізніше, ніж у минулі десятиліття.

За даними Агрокліматичного довідника по Тернопільській області [84], де представлені дані за 1986–2005 рр., припинення вегетації озимої пшениці спостерігалось 31 жовтня. Таким чином за теперішнього часу осіння вегетація озимої пшениці триває майже на два тижні довше.

<sup>90</sup> Фахівець розповів про особливості пізньої сівби озимої пшениці. URL: <https://superagronom.com/news/posivna>.

<sup>91</sup> Температурний режим осінньої вегетації пшениці озимої та її перезимівля в умовах Карпатського регіону / Н. М. Рудавська та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2022. Вип. 71. С. 171–187. doi: 10.32636/01308521.2022-(71)-2-11

У теперішній час тривалість другого міжфазного періоду озимої пшениці (сходи – припинення вегетації) у середньому становить 31 день і коливається від 13 днів у 2008 р. до 55 днів у 2021 р.

## 2.2. Агrometeorологічні умови весняно-літнього періоду вегетації

З відновлення вегетації починається весняно-літній період вегетації озимих. Час відновлення є дуже важливим показником, на думку вчених [92] екологічний ефект дати часу відновлення вегетації зумовлюється не висотою сонця на небосхилі, а температурними умовами під впливом переміщення теплих чи холодних атмосферних мас.

Кінцева продуктивність озимої пшениці формується не стартовими умовами на початку вегетації (характер і якість сонячної радіації), а тривалістю вегетації від її відновлення до колосіння. Чим довший цей стан, тим повніше використовується озимою пшеницею елементи кореневого та атмосферного живлення [92].

На території Тернопільської області озима пшениця повністю забезпечена теплом, навіть якщо у сучасних умовах кліматичних змін наприкінці червня – у липні спостерігаються жаркі умови, зазвичай вони не наносять великої шкоди посівам озимої пшениці, бо до цього часу пшениця вже дозріває. Таким чином можна сказати, що термічний режим весняно-літньої вегетації є вельми сприятливим.

Нами були проаналізовані агrometeorологічні умови періоду відновлення вегетації – колосіння озимої пшениці в Тернопільській області за період 19 років – з 2003 по 2022 рр. Результати досліджень наведені у таблиці 3. Як можна бачити, відновлення вегетації озимої пшениці в Тернопільській області за останні двадцять років у середньому відзначається 21 березня, колосіння відзначається 1 червня.

За даними [85] відновлення вегетації спостерігається 25 березня, тобто за нинішніх кліматичних змін відновлення починається на 4 дні раніше, а дата колосіння майже не змінюється – 31 травня.

У теперішній час тривалість періоду відновлення вегетації – колосіння у середньому становить 63 дні і коливається від 46 днів у 2018 р. до 92 днів у 2020 р. В Тернопільській області у середньому від відновлення вегетації до колосіння накопичується сума активних температур вище 5 °С, що становить 763 °С, а ефективних – 405 °С.

Як правило щорічні коливання урожаїв озимої пшениці спричиняють перш за все режим вологості ґрунту та умови перезимівлі, що складаються у процесі перезимівлі. Особливо велике значення для озимої пшениці мають весняні запаси вологи у ґрунті, що виявляються основним ресурсом вологи створення майбутнього урожаю.

---

<sup>92</sup> Час відновлення весняної вегетації озимої пшениці – догляд та продуктивність / І. П. Браженко та ін. Вісник Полтавської державної аграрної академії . 2006. № 2. С. 19–25.

### 3. Агрометеорологічні показники умов вирощування озимої пшениці в період від відновлення вегетації до колосіння

Роки	Дати настання фаз		N, дні	ΣT > 5 °C		Сума опадів, мм	W <sub>0-100</sub> , мм
	Відн. вег.	Колосіння		Акт.	Еф.		
2003–2004	20.03	2.06	74	713	343	107	138
2004–2005	31.03	4.06	65	719	394	123	168
2005–2006	31.03	6.06	67	736	401	104	147
2006–2007	8.03	26.05	79	773	378	85	158
2007–2008	12.03	28.05	77	647	262	191	185
2008–2009	31.03	31.05	61	730	425	42	116
2009–2010	28.03	31.05	64	759	439	160	157
2010–2011	24.03	4.06	72	808	448	82	147
2011–2012	20.03	31.05	72	847	487	159	158
2012–2013	14.04	31.05	47	713	478	108	143
2013–2014	10.03	26.05	77	785	400	155	117
2014–2015	10.03	4.06	86	1010	580	114	135
2015–2016	10.03	28.05	79	786	391	79	121
2016–2017	8.03	4.06	88	850	410	135	157
2017–2018	31.03	16.05	46	670	440	43	158
2018–2019	10.03	31.05	82	809	399	190	160
2019–2020	2.03	2.06	92	749	289	126	129
2020–2021	31.03	6.06	67	683	348	76	149
2021–2022	31.03	2.06	63	701	386	56	116
Середнє	21.03	1.06	63	763	405	112	145

Джерело: авторські дослідження.

Оскільки основне джерело поповнення ґрунтових запасів за умов природнього зволоження – це опади, представляє інтерес їх кількість у період відновлення вегетації – колосіння, тим більше, що критичний період озимої пшениці по відношенню до вологи як раз співпадає з періодом колосіння. Середня кількість опадів становить 112 мм, найменша спостерігалась в 2009 – тоді опадів випало 42 мм; найбільше опадів випало в 2008 р. – 191 мм.

За думкою Ф. М. Куперман (1973) формування генеративних органів будь-якої рослини проходить лише на певному етапі онтогенезу. Якщо колосіння відбувається за низьких запасів вологи у ґрунті, сформується мінімальна кількість колосків у колосі і, навіть за подальших сприятливих умов, їх кількість не збільшиться, що негативно вплине на майбутній урожай.

Є. С. Уланова (1975) вважала, що існують два головних фактори, що впливають на урожайність – запаси продуктивної вологи навесні і кількість живих після перезимівлі пагонів. Середні за цей період запаси метрового шару становлять 145 мм, або 70 % НВ. Найменші запаси відзначалися в 2009 р. і становили 116 мм (56 % НВ), а найбільші – в 2008 р. і становили 185 мм (90 % НВ).

Хоча у дослідженні не розглядалися питання перезимівлі посівів, аналіз відповідних матеріалів агрометеорологічних щорічників показав, що зими останнім часом на території Тернопільської області були досить м'якими, що також є наслідком сучасних змін клімату. При наявності щороку стійкого снігового покриву, хоча й меншої висоти, ніж раніше, спостерігаються досить сприятливі умови для успішної перезимівлі озимини. Температура на глибині вузла кущіння ніколи не знижувалася до критичних значень, тож відновлюють вегетацію рослини майже без втрат.

Нами також були проаналізовані агроекологічні умови останнього міжфазного періоду озимої пшениці – колосіння – повна стиглість. У цей період рослини озимої пшениці проходять декілька важливих фаз. Згідно з [88] у фазу колосіння формуються колоски та утворюються зернівки. Оптимальна температура для цієї фази становить від 18 до 24 °С. Під час колосіння вологість ґрунту має становити 60–70 % НВ.

Фаза повної стиглості в Тернопільській області у середньому за останнє двадцятиріччя фіксується 22 липня, середньобогаторічна тривалість періоду колосіння – повна стиглість становить 51 день, сума активних температур – 965 °С, а ефективних – 709 °С. Середня кількість опадів становить 133 мм, запаси орного шару – 28 мм, або 75 % НВ, запаси метрового шару становлять 122 мм, або 59 % НВ.

Також було визначено узагальнені показники агрометеорологічних умов періоду весняно-літньої вегетації озимої пшениці в Тернопільській області. У середньому тривалість періоду весняно-літньої вегетації становить 123 дні, загальна сума активних температур становить у середньому 1728 °С, сума ефективних температур становить 1114 °С. Враховуючи, що за осінній період вегетації середні суми активних температур становлять порядку 400 °С, можна зробити висновок, що у Тернопільській області за весь вегетаційний період озимої пшениці накопичується сума активних температур близько 2100 °С, тобто можна сказати, що теплом посіви тут забезпечені повністю.

Тому, враховуючи тенденцію останніх років до зростання посушливості клімату майже по всій території України, особливу увагу було приділено характеристиці умов зволоження періоду весняно-літньої вегетації. Результати представлені в таблиці 4.

Вологозабезпеченість вегетаційного періоду посівів озимої пшениці визначалася за загальноприйнятою в агрометеорології методикою [76].

Згідно до методики [76] вологопотреба рослин ( $E_o$ ) визначається за формулою:

$$E_o = k \sum d , \quad (1)$$

де  $k$  – біофізичний коефіцієнт випаровуваності, його значення приймають за 0,65;  $\sum d$  – сума дефіцитів вологості повітря за період, він вимірюється в мм.

#### 4. Агрометеорологічні показники умов зволоження періоду весняно-літньої вегетації озимої пшениці

Роки	Дата настання фаз		Сума опадів, мм	Показник зволоження за Контрощиковим		E <sub>ф</sub> , мм	E <sub>о</sub> , мм	V, %
	Відновл. вегет.	Повна стиглість		%	рік			
2003–2004	20.03	31.07	285	116	Нормальний	366	374	98
2004–2005	31.03	28.07	231	94	Нормальний	273	331	82
2005–2006	31.03	31.07	222	90	Нормальний	301	360	84
2006–2007	8.03	12.07	223	91	Нормальний	312	384	81
2007–2008	12.03	20.07	298	121	Вологий	378	311	122
2008–2009	31.03	20.07	147	60	Посушливий	185	351	53
2009–2010	28.03	18.07	372	151	Надмірно вологий	375	299	125
2010–2011	24.03	22.07	192	78	Нормальний	250	366	68
2011–2012	20.03	18.07	348	141	Надмірно вологий	364	389	94
2012–2013	14.04	31.07	352	143	Надмірно вологий	397	370	107
2013–2014	10.03	20.07	269	109	Нормальний	296	374	79
2014–2015	10.03	28.07	226	92	Нормальний	306	431	71
2015–2016	10.03	12.07	151	61	Нормальний	210	363	58
2016–2017	8.03	28.07	231	94	Нормальний	309	399	77
2017–2018	31.03	12.07	160	65	Нормальний	221	382	58
2018–2019	10.03	14.07	279	113	Нормальний	311	316	98
2019–2020	2.03	26.07	267	109	Нормальний	273	375	73
2020–2021	31.03	22.07	247	100	Нормальний	337	344	98
2021–2022	31.03	22.07	171	70	Нормальний	265	420	63
Середнє	21.03	22.07	246	100		302	365	84

Джерело: авторські дослідження.

У відповідності до [76] для розрахунків вологозабезпеченості використовують метод Алпат'єва і визначають її як різницю між вологопотребою рослин та фактичним вологоспоживанням. Згідно з [76] розрахунки фактичного вологоспоживання ( $E_{\phi}$ ) виконувались за допомогою рівняння водного балансу:

$$E_{\phi} = \sum r + (W_H - W_K), \quad (2)$$

де  $\sum r$  – кількість опадів за вегетаційний період, мм;  $W_H$  и  $W_K$  – запаси продуктивної вологи метрового шару ґрунту на початок і кінець вегетації, мм.

Згідно з [76] вологозабезпеченість ( $V$ ) розраховується за формулою

$$V = \frac{E_{\phi}}{E_o} 100\% \quad (3)$$

та оцінюється якісно за такими градаціями: 85 % і вище – відмінна; 84–75 % – хороша; 74–65 % – задовільна; 64–50 % – погана; менше 50 % – дуже погана.

Аналіз даних, представлених в табл. 4, показує, що фактичне вологоспоживання озимої пшениці за весняно-літній період вегетації в середньому становить 302 мм, найменше значення відзначалось у 2009 р. і становило 185 мм, найбільше – у 2013 р. і становило 397 мм. Середньобагаторічна вологопотреба озимої пшениці за вегетаційний період становить 365 мм, коливаючись від 299 мм (у 2010 р.) до 431 мм (у 2015 р.). Вологозабезпеченість у середньому за 20 років становить 84 %, що характеризує умови зволоження як дуже хороші, але протягом усього періоду її значення змінюються від 53 % (у 2009 р.) до 125 % (у 2010 р.).

В роботі засушливі умови зволоження періоду весняно-літньої вегетації озимої пшениці досліджувалися за методом Конторщикова, у відповідності до якого посушливість визначається за відношенням суми опадів за вегетацію у конкретному році до норми тобто середньобагаторічного значення [76]. З таблиці видно, що за кількістю опадів вегетаційного періоду переважна більшість досліджених років (14 років з двадцяти) були нормальними. У трьох роках спостерігалось надмірне зволоження, а також один рік був вологим і лише один рік – посушливим.

Таким чином в Тернопільській області спостерігаються досить сприятливі агрометеорологічні умови для вирощування озимої пшениці. Тому можна сказати, що тут сучасні зміни клімату сприяють отриманню високих і стійких урожаїв озимої пшениці. Але для більш повної агроекологічної оцінки умов вирощування культури слід провести ще аналіз умов періоду перезимівлі.