

## Вплив зрошення та погодних умов на тривалість міжфазних періодів сортів пшениці озимої

**Анотація.** Осінній ріст і розвиток рослин залежать від комплексу зовнішніх факторів: середньодобової температури повітря, кількості опадів, вологості посівного шару ґрунту, поживних речовин, світла тощо. За сівби пшениці озимої у більш пізні строки є ризики, що рослини увійдуть в зиму не добре розвиненими. Прискорити проходження міжфазних періодів можна за допомогою зрошення, що є необхідним агротехнічним заходом в Південному Степу України. Мета досліджень – встановити вплив сортових особливостей, зрошення та погодних умов на тривалість міжфазних періодів пшениці озимої в осінній період за міжнародною шкалою. Експериментальні дослідження проводилися впродовж 2020-2021 рр. на чорноземі південному, на базі Навчального науково-практичного центру Миколаївського НАУ з двома сортами пшениці озимої. Під час дослідження використано польовий, лабораторний та порівняльно-розрахунковий методи. Закладання та проведення дослідів проводили згідно методики дослідної справи. Вологість ґрунту визначали термостатно-ваговим методом, а фенофази – окомірним одночасно у всьому досліді. Визначено, що зрошення на 1-2 доби скорочує тривалість міжфазного періоду ВВСН 00-09; на 3 доби – ВВСН 10-12; на 11 діб – ВВСН 13-19; на 5-7 діб – ВВСН 20-22. В природних умовах (без зрошення) тривалість міжфазних періодів (від ВВСН 00-09 до 20-22) росту та розвитку рослин досліджуваних сортів пшениці озимої у 2020 р. становила 93-96 діб, що на 23-25 діб більше, ніж у 2021 р. У рослин сорту Овідій в умовах природного зволоження (без зрошення) міжфазні періоди наставали на 1-3 доби пізніше, ніж у сорту Дума одеська, тоді як в умовах зрошення – без істотної різниці. Отримані наукові результати досліджень сприятимуть ширшому впровадженню зрошення, яке забезпечить швидкий та повноцінний ріст і розвиток рослин пшениці озимої в осінній період, що в подальшому сприятиме підвищенню врожайності та валових зборів зерна

**Ключові слова:** зрошення, сума ефективних температур, сума опадів, вологість ґрунту, *Triticum aestivum*

### Вступ

Степовий район України є центром виробництва продуктів харчування, переважно пшениці озимої та інших продовольчих культур. Кліматичні умови регіону характеризуються високим ступенем посушливості з недостатньою кількістю опадів і нерівномірним розподілом протягом вегетаційних періодів, що часто ускладнюється підвищенням температури. Тобто продуктивність пшениці озимої значною мірою залежить від агрокліматичних умов у рік сівби [1].

Пшениця є основною культурою в багатьох країнах світу, а також основною продовольчою культурою у зоні Степу, тому система агротехнічних заходів повинна бути спрямована на створення більш сприятливих умов для отримання високої продуктивності [2, 3]. Велике значення для формування продуктивності рослин пшениці озимої мають її ростові особливості на різних фазах розвитку, особливо восени [4].

Однією з діагностичних ознак, які вказують на умови вирощування, є ріст рослин. Ростові процеси, розвиток вегетативних і репродуктивних органів значною мірою визначаються забезпеченням рослин вологою та елементами живлення. Відомо, що між урожаєм, вегетативною масою і висотою рослин існує пряма залежність, оскільки стебла і листки є органами транспортування мінеральних та органічних речовин [5].

Оптимальний ріст і розвиток рослин пшениці озимої залежить від поєднання гідротермічних і ґрунтових умов, індивідуальної реакції культури на чинники навколишнього середовища, а також належного стану посівного шару восени [6].

У Степу України майже щороку під час сівби насіння пшениці озимої потрапляє під негативний вплив дефіциту вологи. Часто сівбу доводиться проводити в напіввологий ґрунт, що є причиною низької польової схожості насіння. Крім того, виснажені посухою сходи більше страждають від хвороб, що постійно стає вирішальним для успішної перезимівлі рослин і отримання стабільного врожаю [7].

З економічним зростанням, безперервним глобальним погіршенням навколишнього середовища та дедалі більшою нестачею водних ресурсів, посухи стають все частішими та справляють значний вплив як на регіональну екологію, так і на сталий економічний розвиток [8].

Вода є ключовим обмежуючим фактором у сільському господарстві. Дефіцит водних ресурсів став серйозною загрозою глобальній продовольчій безпеці [9].

Обмежена кількість опадів і нестача води є головною проблемою для виробництва озимої пшениці у посушливих і напівпосушливих районах північно-західного Китаю [9]. Північно-китайська рівнина є домінуючим районом виробництва озимої пшениці та основним районом виробництва зерна в Китаї. Внаслідок дефіциту водних ресурсів, невідповідності просторового розміщення водних і земельних ресурсів, розриву між періодом росту рослин пшениці та часом випадання опадів, зрошення стало запорукою розвитку сільського господарства регіону [10].

Під час абіотичних стресів фізіологічні та біохімічні зміни в клітинах пригнічують ріст і розвиток рослин, що зрештою знижує врожайність пшениці. Щоб забезпечити продовольчу та харчову безпеку постійно зростаючого населення світу необхідні нові підходи для сталого виробництва пшениці в умовах зміни клімату, одним із яких є створення стійких до абіотичного стресу сортів пшениці шляхом молекулярної селекції, швидкісної селекції, генної інженерії та удосконалення існуючих технологій [11].

Тому, саме зрошення, особливо на Півдні України, може нівелювати негативний вплив осінньої посухи на швидке та дружнє проростання насіння та отримання повноцінних сходів пшениці озимої, що є необхідною умовою формування високопродуктивних посівів.

*Основною метою досліджень є встановлення впливу зрошення та погодних умов на тривалість проходження міжфазних періодів рослин сортів пшениці озимої за шкалою ВВСН в осінній період.*

### Огляд літератури

Питанням впливу зрошення та погодних умов на тривалість міжфазних періодів за вирощування сортів пшениці озимої в умовах Півдня України присвячена значна кількість досліджень.

Селекційні досягнення останніх десятиліть значно підвищили генетичний рівень продуктивності сучасних сортів пшениці озимої [12]. Проте питання адаптації та стабільності рівня врожайності залишається однією з найбільших проблем збільшення рівня реалізації біологічного потенціалу створюваних сортів у різних кліматичних зонах [13]. Визначальним критерієм підбору сучасних сортів пшениці озимої є ступінь інтенсивності та реакції на умови вирощування. Кожен сорт має певні морфоагробіологічні особливості та властивості, завдяки яким він здатний реалізувати свій генетичний потенціал у разі створення для нього сприятливого середовища [14].

Урожайність пшениці змінюється залежно від року вирощування, впливу кліматичних умов, сорту, внесених елементів живлення, наявності шкідників і патогенів [15-17].

На півдні України сільгоспвиробники більше уваги повинні приділяти накопиченню вологи в ґрунті та краще використовувати її як фактор, що найбільше впливає на врожайність сільськогосподарських культур, у тому числі озимих зернових. З рухом води в органах рослин пов'язані всі життєві процеси. Крім того, вологість ґрунту визначає рівень життєдіяльності не тільки рослин, а й мікроорганізмів, забезпечує інтенсивність багатьох фізико-хімічних процесів. За глобальним потеплінням та зі зміною клімату волога стає головним лімітуючим фактором продуктивності сільськогосподарських культур [18].

О.Ю. Лавриненком та ін. [19] визначено, що в степовій зоні України, на тлі загальної зміни клімату реалізація потенційної продуктивності сортів пшениці м'якої може обмежуватись різними лімітованими факторами, і одним із головних із них є вологозабезпеченість. Пристосованість до ґрунтово-кліматичних умов зони Степу, яка характеризується гострим дефіцитом вологи, високими температурами влітку, довготривалим безморозним періодом – є основною вимогою до сортів пшениці озимої *Triticum aestivum* L. степової екологічної групи. Штучне зрошення запобігає підвищенню продукційних процесів, поліпшує мікроклімат фітоценозу, але на півдні України не повністю вирішує проблему формування зерна через високі температури та низьку відносну вологість.

Дослідженнями Б.В. Близнюка та ін. [20] було визначено, що тривалість вегетаційного періоду як важлива біологічна особливість пшениці озимої залежить як від генотипу, так і від умов вирощування сорту. Протягом вегетаційного періоду рослини проходять відповідні фази розвитку, пов'язані з формуванням нових органів. Залежно від температури, вологи, освітленості, наявності поживних речовин час, необхідний для формування і дозрівання врожаю, різний. Вегетаційний цикл пшениці озимої поділяють на два основні періоди: сході-колосіння та колосіння-дозрівання. У створенні врожаю пшениці озимої головним є період сходів-колосіння, протягом якого рослини проходять 8 з 11 етапів органогенезу і від якого залежить майбутня продуктивність і скоростиглість сорту.

За результатами досліджень проведених у 2016/2017 рр. в Казахстані визначено, що на тривалість фенологічних фаз росту та розвитку пшениці озимої має істотний вплив температура повітря та вологість посівного шару ґрунту. На зрошуваних ділянках сході пшениці з'являлися раніше, ніж на незрошуваних [21].

Як бачимо, дослідженням даної теми займалось багато науковців, але сорти та погодні умови змінюються. Крім цього, міжфазні періоди науковці визначали, не застосовуючи міжнародну шкалу ВВСН, завдяки якій можна прослідкувати ріст і розвиток рослин більш детально.

### Матеріали та методи

Дослідження проводили впродовж 2020-2021 рр. на дослідному полі Навчально-науково-практичного центру МНАУ (с. Благодарівка, Миколаївського району Миколаївської області). Об'єктом досліджень була пшениця озима: сорти Овідій і Дума одеська.

Ґрунт представлений чорноземом південним, залишково-слабкосолонцюватим важкосуглинковим на лесах з вмістом гумусу в шарі 0-30 см від 3,1 до 3,3 %. Реакція ґрунтового розчину нейтральна (рН – 6,8-7,2). Рухомих форм елементів живлення в орному шарі ґрунту в середньому містилося: нітратів (за Грандваль Ляжу) – 15-25, рухомого фосфору (за Мачигінім) – 41-46, обмінного калію (на полуменовому фотометрі) – 389-425 мг/кг ґрунту.

Досліди закладали за наступними схемами: сорти пшениці озимої (фактор А) – Овідій та Дума одеська; зрошення (фактор В) – без зрошення (контроль) та в умовах зрошення.

Загальна площа ділянки 50 м<sup>2</sup>, облікової 26 м<sup>2</sup>. Повторність в досліді триразова. Розміщення дослідних ділянок послідовне. Сівбу пшениці озимої проводили 1 жовтня з нормою висіву 4,5 млн. шт./га. Агротехніка в досліді була загальноприйнятою для зони Степу України, окрім агрозаходів, що взяті на дослідження.

Матеріалом для досліджень були два сорти пшениці м'якої озимої, власниками яких є провідні наукові установи України: Дума одеська та Овідій (Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насінництва та сортовивчення Української академії аграрних наук), які зареєстровано в Державному Реєстрі сортів рослин, придатних до поширення в Україні у 2017 р.

Для проведення експериментальної роботи було застосовано польовий та порівняльно-розрахунковий методи. Закладання та проведення дослідів, відбір ґрунтових зразків, підготовка їх до аналізу проводили згідно методики дослідної справи, методичних вказівок та ДСТУ [22]. Вологість ґрунту визначали термостатно-ваговим методом – у шарі 0-100 см через кожні 10 см [22]. Зразки відбирали перед сівбою та у фази вегетації культури. Повторність

визначень – дворазова.

Для аналізу агрокліматичних умов використовувалися дані метеостанції Pessl Instruments Weather Station (iMETOS) австрійського виробництва, яка не тільки надає високоточні дані про місцеву погоду, але й надає прогноз погоди на 6 днів. Метеостанція оснащена датчиками, які визначають такі показники: опади, температуру повітря та ґрунту, рівень вологості повітря, ґрунту та листя, швидкість вітру та інше.

В основні фази росту і розвитку рослин проводили фенологічні спостереження відповідно до “Методики державного сортовипробування посівів” [23]. Початок фази фіксували, коли вона наступала в 10% рослин, і повну – у 75% рослин. Фенофази визначали окомірно одночасно у всьому досліді.

Облік врожаю ведеться безперервно з усієї облікової площі. Збирання пшениці озимої здійснювали комбайном САМПО-500. Після обмолоту молотарку зернозбирального комбайна закривають на кожній точці, зважують зібране зерно і доводять до нормативної вологості (14%) і чистоти (100%).

Результати досліджень, отримані у вигляді аналізу цифрових матеріалів, обробляються статистичним та математичним методом дисперсійного та варіаційного аналізів за допомогою комп’ютерних програм Microsoft Excel та Agrostat.

### Результати та обговорення

Досліджуючи тему авторами визначено, що міжфазний період “Макростадія 0: Проростання (ВВСН 00–09) Суха насіннина – сходи вихід колиоптиле на поверхню ґрунту” пшениці озимої довше тривав у 2021 році і становив 13-17 діб залежно від сорту та умов зволоження, що на 1-6 діб більше, ніж у 2020 р. (таблиця 1).

**Таблиця 1.** Характеристика міжфазного періоду “Макростадія 0: Проростання ВВСН 00-09” пшениці озимої залежно від сорту та умов зволоження

Показники	Без зрошення (фактор В)		В умовах зрошення (фактор В)	
	Сорт (фактор А)			
	Овідій	Дума одеська	Овідій	Дума одеська
2020 рік				
Тривалість міжфазного періоду, діб	11	10	9	9
Середня температура повітря, °С	17.3	17.2	17.1	17.1
Мінімальна температура повітря, °С	6.5	6.5	6.5	6.5
Максимальна температура, повітря, °С	25.7	25.7	25.7	25.7
Сума ефективних температур, °С	135.4	122.2	109.0	109.0
Сума опадів, мм	0.8	0.6	0.4	0.4
Вологість ґрунту, %	23.2	23.4	46.5	46.5
Середня температура ґрунту, °С	17.6	17.6	18.5	18.5
2021 рік				
Тривалість міжфазного періоду, діб	17	16	13	13
Середня температура повітря, °С	9.8	9.6	9.2	9.2
Мінімальна температура повітря, °С	-0.4	-0.4	0.2	0.2
Максимальна температура, повітря, °С	23.3	23.3	16.8	16.8
Сума ефективних температур, °С	84.0	74.3	47.5	47.5
Сума опадів, мм	48.2	47.4	47.0	47.0
Вологість ґрунту, %	21.5	21.2	47.1	47.1
Середня температура ґрунту, °С	11.4	11.3	14.8	14.8

*Джерело: розробка авторів*

Це можна пояснити тим, що продуктивні опади випали лише 13 жовтня, тобто через 7 діб після сівби, що й вплинуло на тривалість проростання насіння.

Так, тривалість міжфазного періоду ВВСН 00-09 рослин пшениці озимої коливалася від 10 діб у сорту Дума одеська (2020 р.) до 17 діб у сорту Овідій у варіанті без зрошення.

Погодні умови 2020 р. були більш сприятливі для проростання насіння пшениці озимої. Так, середньодобова температура повітря становила 17,1-17,3 °С, мінімальна – 6,5°С, максимальна – 25,7°С. Рослини встигли накопичити суму ефективних температур від 109,0°С (сорти Овідій та Дума одеська в умовах зрошення) до 135,4 °С (сорт Овідій у варіанті без зрошення).

Визначено, що вологість посівного шару ґрунту більше впливає на швидкість проростання насіння пшениці озимої за вирощування без зрошення, ніж сума опадів за звітний період. Так, у 2020 р. за міжфазний період Макростадія 0: Проростання ВВСН 00-09 випало 0,6-0,8 мм опадів, а вологість ґрунту при цьому становила 23,2-23,4 %, тоді як у 2021 р. – 47,4-48,2 мм та 21,2-21,5 %.

Визначено, що температура ґрунту за досліджуваний міжфазний період в умовах зрошення була вищою і становила 14,8°С (2021 р.) і 18,5°С (2020 р.), що на 5,1 % та 23,6 % вище, ніж без зрошення.

Вища вологість ґрунту була у 2021 р. – 47,1 % (в умовах зрошення), що на 25,6 % більше, ніж у варіанті без зрошення.

Отже, можна зробити висновок, що погодні умови для початкового росту та розвитку насіння пшениці озимої досліджуваних сортів були сприятливими, що дало можливість отримати повноцінні сходи.

Міжфазний період пшениці озимої за шкалою ВВСН 10-12 у 2021 р. характеризувався достатньою кількістю опадів та їх рівномірним випаданням загальною їх сумою 17,8 мм у варіанті без зрошення та 13,6 мм – в умовах зрошення. Тривалість звітного міжфазного періоду коливалася від 16 (в умовах зрошення) до 19 діб (без зрошення) (таблиця 2).

**Таблиця 2.** Характеристика міжфазного періоду “Макростадія 1: Розвиток листків ВВСН 10-12” пшениці озимої залежно від сорту та умов зволоження

Показники	Без зрошення (фактор В)		В умовах зрошення (фактор В)	
	Сорт (фактор А)			
	Овідій	Дума одеська	Овідій	Дума одеська
2020 рік				
Тривалість міжфазного періоду, діб	17	17	14	14
Середня температура повітря, °С	11.3	11.8	11.6	11.6
Мінімальна температура повітря, °С	0.1	0.1	0.1	0.1
Максимальна температура, повітря, °С	21.7	21.7	21.7	21.7
Сума ефективних температур, °С	106.6	116.0	91.8	91.8
Сума опадів, мм	3.8	4.0	3.8	3.8
Вологість ґрунту, %	18.0	18.2	45.9	45.9
Середня температура ґрунту, °С	13.3	13.7	16.5	16.5
2021 рік				
Тривалість міжфазного періоду, діб	18	19	16	16
Середня температура повітря, °С	8.2	7.8	9.1	9.1
Мінімальна температура повітря, °С	-2.0	-3.0	-1.6	-1.6
Максимальна температура, повітря, °С	18.6	18.6	18.6	18.6
Сума ефективних температур, °С	61.3	68.2	71.2	71.2
Сума опадів, мм	17.8	17.8	13.6	13.6
Вологість ґрунту, %	26.6	26.7	46.6	46.6
Середня температура ґрунту, °С	9.8	9.5	12.9	12.9

*Джерело: розробка авторів*

Міжфазний період ВВСН 10-12 у 2020 р. був коротшим (14 діб) у сортів пшениці озимої в умовах зрошення, що на 3 доби менше, ніж у варіантах без зрошення та на 2-5 діб – ніж у 2021 р. Середня температура повітря коливалася від 7,8 °С (2021 р.) до 13,2 °С (2020 р.) у варіанті без зрошення. Мінімальна температура повітря за звітний період становила від мінус

1,6–3,0 °С (2021 р.) до 0,1 °С (2020 р.), а максимальна – 18,6 (2021 р.) та 21,7 °С (2020 р.) відповідно.

Слід відмітити, що рослини пшениці озимої в умовах зрошення набрали суму ефективних температур від 71,2 °С (2021 р.) до 115,3 °С (2020 р.), тоді як без зрошення – 61,3–68,2 °С (2021 р.) та 106,6–116,0 °С (2020 р.) залежно від сорту.

Вологість ґрунту на ділянках без зрошення становила від 18,0 до 26,7%, тоді як на зрошенні – 46,1–46,6 %, що сприяло кращому розвитку рослин пшениці озимої.

Дослідницька група вчених відділення спостереження Землі Сільського господарства Канади [24] стверджують, що знаючи, що відбувається з рослинами на певному етапі росту, можна правильно спланувати їх подальший розвиток. Саме на стадії ВВСН 13-19 рослина переходить від живлення за рахунок запасів поживних речовин у насінні до живлення за рахунок власної кореневої системи. Якщо пшениця перезимовує на цій стадії, її чутливість до низьких температур, застою вологи та зміни ґрунту значно підвищується.

За роки наших досліджень міжфазний період ВВСН 13-19 (фаза 3 листка – фаза 4 і наступних листків) становила від 15 до 35 діб залежно від умов зволоження (таблиця 3).

**Таблиця 3.** Характеристика міжфазного періоду “Макростадія 1: Розвиток листків ВВСН 13-19” пшениці озимої залежно від сорту та умов зволоження

Показники	Без зрошення (фактор В)		В умовах зрошення (фактор В)	
	Сорт (фактор А)			
	Овідій	Дума одеська	Овідій	Дума одеська
2020 рік				
Тривалість міжфазного періоду, діб	35	35	15	15
Середня температура повітря, °С	2.9	3.0	7.9	7.9
Мінімальна температура повітря, °С	-0.1	-0.1	-4.0	-4.0
Максимальна температура, повітря, °С	6.1	6.1	16.4	16.4
Сума ефективних температур, °С	48.8	52.6	47.3	47.3
Сума опадів, мм	18.2	18.2	1.4	1.4
Вологість ґрунту, %	17.8	17.8	45.3	45.3
Середня температура ґрунту, °С	4.8	5.0	14.5	14.5
2021 рік				
Тривалість міжфазного періоду, діб	18	18	17	17
Середня температура повітря, °С	4.0	4.3	5.0	5.0
Мінімальна температура повітря, °С	-6.6	-6.6	-6.6	-6.6
Максимальна температура, повітря, °С	14.2	14.2	14.2	14.2
Сума ефективних температур, °С	12.7	11.8	23.1	23.1
Сума опадів, мм	16.4	17.0	6.6	6.6
Вологість ґрунту, %	27.4	27.5	46.0	46.0
Середня температура ґрунту, °С	5.1	5.1	10.6	10.6

*Джерело: розробка авторів.*

За умов зрошення звітний період був коротшим і тривав 15 (2020 р.) та 17 діб (2021 р.), тоді як без зрошення – 18 (2021 р.) та 35 діб (2020 р.).

Визначено, що на тривалість міжфазного періоду “Макростадія 1: Розвиток листків ВВСН 13-19” пшениці озимої істотно впливала середньодобова температура повітря та вологість ґрунту. Так, у 2020 р. середня температура повітря під час росту та розвитку рослин без зрошення становила 2,9–3,0 °С, вологість посівного шару ґрунту – 17,8 мм, що затримувало настання фаз ВВСН 13-19 до 35 діб, тоді як у 2021 р. у цьому ж варіанті досліду даний міжфазний період тривав 18 діб. Середньодобова температура повітря при цьому становила 4,0–4,3 °С, а вологість ґрунту – 27,4–27,5%, що на 1,1–1,3 °С та 4,6–4,7% відповідно більше, ніж у 2020 р. Ці умови сприяли кращому вкоріненню рослин та інтенсивному їх росту та розвитку.

Гідротермічні показники у міжфазний період ВВСН 13-19 в умовах зрошення істотно відрізнялися за сумою ефективних температур в умовах без зрошення та залежали від умов

року. Так, у посушливому 2020 р. рослини пшениці озимої досліджуваних сортів набрали більшу суму ефективних температур (48,8-52,6°C) у варіантах без зрошення, що на 21,0-24,3 °С більше, ніж в умовах зрошення. Сума ефективних температур у рослин пшениці озимої у 2021 р. навпаки була меншою (23,1 °С) за умов зрошення, тоді як без зрошення – 11,8-12,7°C залежно від сорту.

Після утворення 3–4 листків рослини пшениці переходять до стадії куціння – з ВВСН 13-14 до ВВСН 21. Міжфазний період “Макростадія 2: Куціння II Боковий пагін у піхві листка – проявляється 2 пагін куціння” ВВСН 20-22 у 2020 р. характеризувався значною кількістю опадів – від 22,8 мм (сорт Дума одеська та Овідій в умовах зрошення) до 54,8 мм (сорт Овідій) за умов вирощування без зрошення (таблиця 4).

**Таблиця 4.** Характеристика міжфазного періоду “Макростадія 2: Куціння II ВВСН 20-22” пшениці озимої залежно від сорту та умов зволоження

Показники	Без зрошення (фактор В)		В умовах зрошення (фактор В)	
	Сорт (фактор А)			
	Овідій	Дума одеська	Овідій	Дума одеська
2020 рік				
Тривалість міжфазного періоду, діб	33	31	21	21
Середня температура повітря, °С	0.4	0.4	2.9	2.9
Мінімальна температура повітря, °С	-22.0	-22.0	-6.2	-6.2
Максимальна температура, повітря, °С	20.3	20.3	20.3	20.3
Сума ефективних температур, °С	37.4	37.4	35.9	35.9
Сума опадів, мм	54.8	31.2	22.8	22.8
Вологість ґрунту, %	39.8	40.6	41.8	41.8
Середня температура ґрунту, °С	2.2	2.3	7.2	7.2
2021 рік				
Тривалість міжфазного періоду, діб	18	17	17	17
Середня температура повітря, °С	5.5	5.3	5.5	5.5
Мінімальна температура повітря, °С	-3.4	-3.4	-3.4	-3.4
Максимальна температура, повітря, °С	14.4	14.4	14.4	14.4
Сума ефективних температур, °С	28.6	25.9	28.9	28.9
Сума опадів, мм	47.0	46.4	37.6	37.6
Вологість ґрунту, %	34.0	34.1	45.4	45.4
Середня температура ґрунту, °С	5.9	5.9	8.7	8.7

*Джерело: розробка авторів*

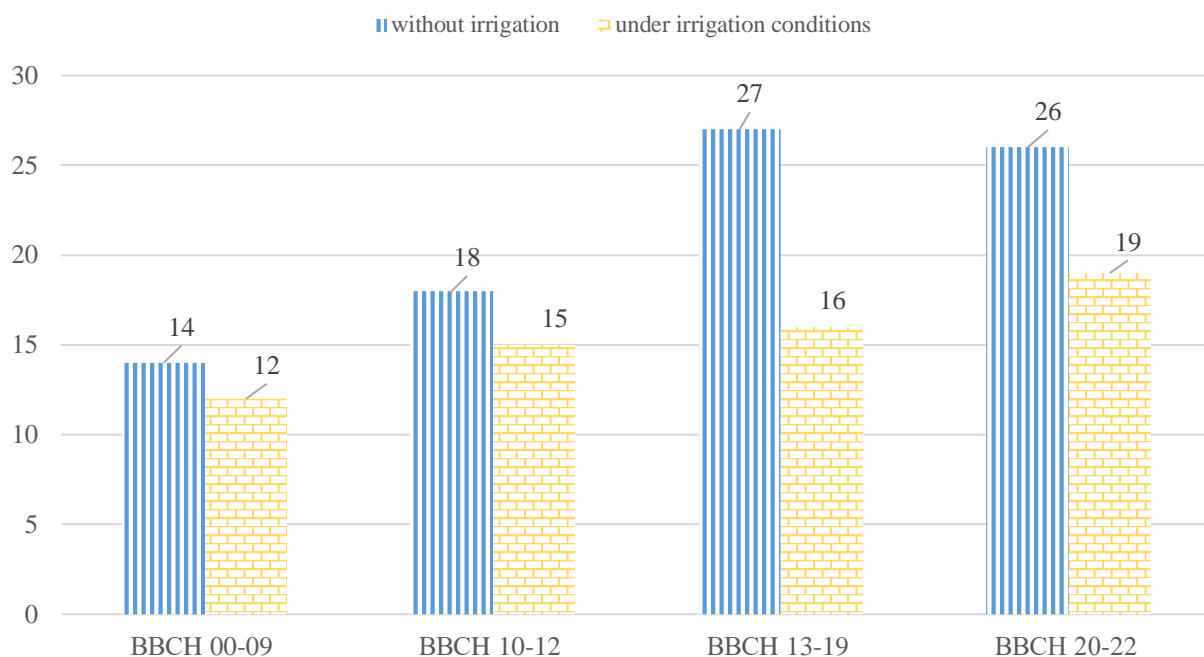
Слід відмітити, що у варіантах без зрошення тривалість міжфазного періоду ВВСН 20-22 різнилася між сортами на 2 доби і найкоротшою (31 діб) була у сорту Дума одеська, що може свідчити про його більшу стійкість до посухи та менше водоспоживання. У 2021 р. різниця у тривалості звітнього міжфазного періоду між сортами була менш помітною (1 доба). В умовах зрошення рослини обох досліджуваних сортів розвивалися майже однаково.

Під час наших досліджень погодні умови у міжфазний період ВВСН 20-22 були сприятливими для росту та розвитку рослин пшениці озимої у 2021 р. порівняно з 2020 р. Так, середньодобова температура повітря під час росту та розвитку рослин у 2021 р. була 5,3-5,5°C, тоді як у 2020 р. – 0,4-2,9°C залежно від сорту та умов зволоження. Проте, у 2020 р. температура повітря за досліджуваний період піднімалася до 20,3 °С, тоді як у 2021 р. – до 14,4°C.

Визначено, що в умовах зрошення температура ґрунту на 2,8-5,1°C (47,5-227,3%) вища, залежно від сорту та року досліджень, ніж без зрошення.

Рослини набрали суму ефективних температур 35,9-37,4°C (2020 р.) та 25,9-28,9°C (2021 р.) з вологістю ґрунту 39,8-41,8 % та 34,0-45,4 % залежно від досліджуваних факторів. Отже, гідротермічні умови рослин пшениці озимої істотно відрізнялися за вологістю ґрунту, що на 1,2-2,0 % та 11,3-11,4 % більше, ніж за умов природного зволоження.

Таким чином, в середньому за 2020-2021 рр. тривалість міжфазних періодів пшениці озимої рослин сорту Овідій істотно залежала від умов зволоження (рис. 1).



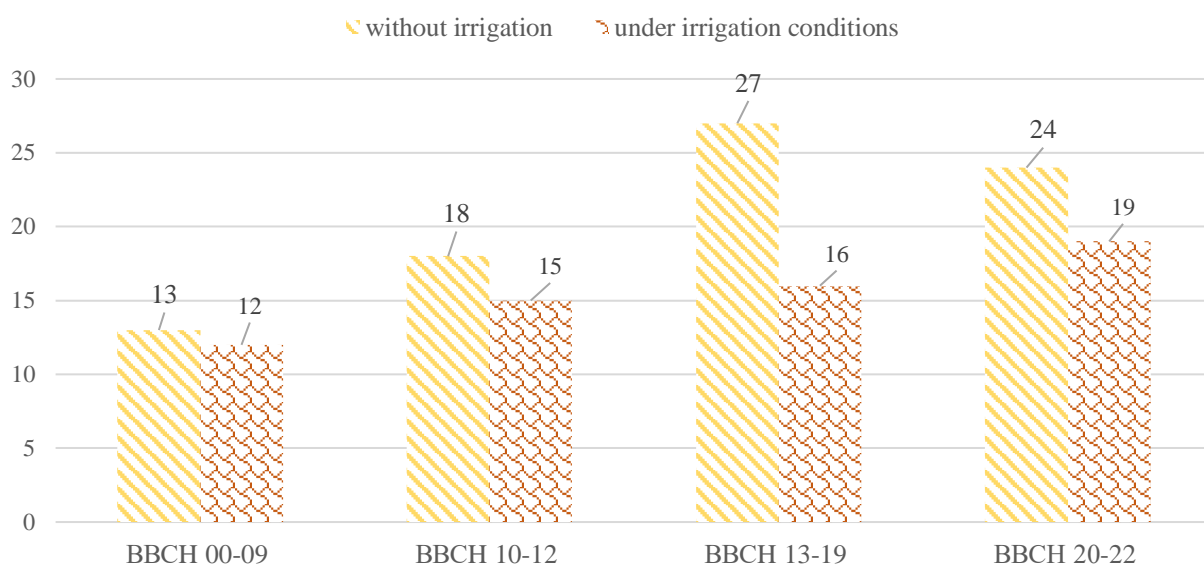
**Рисунок 1.** Тривалість міжфазних періодів росту та розвитку рослин пшениці озимої сорту Овідій залежно від умов зволоження (середнє за 2020–2021 рр.)

*Джерело: розробка авторів*

Міжфазні періоди (BBCH 00-09, BBCH 10-12, BBCH 13-19 та BBCH 20-22) в умовах зрошення були на 1-11 діб коротшими, ніж на ділянках без зрошення.

У рослин сорту Дума одеська тривалість досліджуваних міжфазних періодів була коротшою лише на ділянках без зрошення порівняно із сортом Овідій. В умовах зрошення тривалість міжфазних періодів між сортами не відрізнялася (рис. 2).

Визначено, що зрошення призводило до скорочення міжфазних періодів BBCH 10-12, BBCH 13-19 та BBCH 20-22 на 3-11 діб порівняно з рослинами на ділянках без зрошення.



**Рисунок 2.** Тривалість міжфазних періодів росту та розвитку рослин пшениці озимої сорту Дума одеська залежно від умов зволоження (середнє за 2020-2021 рр.)

*Джерело: розробка авторів*



Результати досліджень проведених у 2020-2021 рр. дають можливість стверджувати, що на швидкість з'явлення сходів впливає багато факторів: середньодобова температура повітря, сума опадів, вологість і температура ґрунту, біологічні особливості сорту тощо. Визначено, що від початку проростання насіння пшениці озимої до з'явлення сходів сума середньодобових температур становила в середньому від 78,3 до 109,7°C, тоді як В.А Мазур та інші [25] стверджують, що рослини мають набрати суму ефективних температур від 60 до 90 °С.

Середня за два роки досліджень (2020-2021 рр.) середньодобова температура повітря під час проростання насіння коливалася від 13,2 до 13,6 °С, що за даними V. Gamaunova et. al [26] є оптимальними параметрами, за яких проростання відбувається інтенсивно. Проте вище згаданими вченими не було враховано вплив температури та вологості ґрунту на інтенсивність проростання насіння.

Дослідженнями, проведеними М. Korkhova & V. Mykolaichuk [27] встановлено, що погодні умови під час проходження фаз вегетації рослин суттєво впливали на тривалість міжфазних періодів та формування врожаю в умовах Південного Степу України сортів твердої пшениці озимої протягом 2014–2020 рр. Великий вплив на тривалість періоду “сівба-сходи” має кількість опадів. Тривалість періоду “сходи-припинення вегетації”, “вихід у трубку-початок колосіння” і “молочно-воскова стиглість” більшою мірою залежали від суми ефективної температури та опадів. Середньодобова температура повітря більше впливає на тривалість періоду спокою і “відновлення весняного кушення - вихід у трубку”.

Дослідженнями Yu.Yu Churghina et al [28] встановлено, що на тривалість міжфазного періоду “сівба-сходи” пшениці озимої більше впливала сума опадів, але вченими не було враховано вологість посівного шару ґрунту, що є більш важливим показником. Визначено, що в середньому за роки проведених досліджень міжфазний період ВВСН 00-09 тривав від 13 до 14 діб за вологості посівного шару ґрунту 22,2-22,4 мм, тоді як 11 діб – за вологості 46,8 мм.

Результатами проведених досліджень М. Mostipan et al. [7] встановлено, що продуктивні запаси води в ґрунті під час весняного поновлення є критичними для формування врожаю пшениці озимої, і чим пізніше весняне поновлення пшениці озимої, тим нижча продуктивність культури. Чим менший час між середньодобовими температурами вище 0 °С і початком вегетаційної активності рослин, тим більший урожай пшениці озимої. Тому необхідно коригувати агротехніку вирощування пшениці озимої навесні та влітку відповідно до погодних умов ранньої весни та часу відновлення вегетації рослин навесні.

Дослідженнями проведеними К.А. Kazi також встановлено, що на швидкість проростання насіння пшениці озимої впливає вологість посівного шару ґрунту та температура повітря [21], результати показали, що оптимальна вологість ґрунту повинна становити 48%, а температура повітря 21,9 °С в умовах зрошення, що більше порівняно з результатами наших досліджень у середньому за два роки на 1,2% та 5,2 °С відповідно.

Температура ґрунту теж має важливе значення для проростання насіння пшениці озимої, менш тривалим (16 діб) період проростання насіння був, коли середня температура ґрунту становила 12,9-16,5°C. Дослідженнями В.П. Ткачук & Т.М. Тимощук [29] ця закономірність підтверджується. В середньому за 20 років досліджень тривалість міжфазного періоду пшениці озимої “Сівба – сходи” становив 16 діб, а температура ґрунту на глибині 5 см при цьому становила 14,9 °С.

За результатами трирічних (2015/2016-2017/2018) досліджень Т. Kolev та ін. [30], проведених в Експериментально-впровадженій базі аграрного університету (м. Пловдив, Болгарія) визначено, що тривалість міжфазного періоду “Макростадія 1: Розвиток листків ВВСН 10-12” пшениці озимої становила 19 діб і не істотно залежала від середньодобової температури повітря та кількості опадів. Але, вищезгадані вчені не вивчали інші не менш важливі метеорологічні фактори, які більше впливають на скорочення чи подовження даного періоду. Встановлено, що на тривалість міжфазного періоду ВВСН 10-12 істотно впливали вологість та температура ґрунту, а сума опадів та температура повітря - неістотно.

Визначено, що тривалість міжфазного періоду ВВСН 20-22 пшениці озимої досліджуваних сортів становила 19-26 діб залежно від умов зволоження. Дослідженнями А. Esaulko та ін. [31] досліджено зміни тривалості міжфазних періодів розвитку рослин пшениці озимої в посушливій зоні Центрального Передкавказзя, які залежали більше від суми позитивних температур. Встановлено, що позитивні перепади температур і посуха призводять до збільшення тривалості вегетаційних періодів, зрідження густоти рослин і зниження продуктивності посухостійких сортів.

Дослідженнями проведеними V.V. Bezpalko et al. [32] та S. Turebayeva, et al. [33] встановлено, що одним із відповідальних періодів вегетації озимих зернових є фаза “кущіння”. У цей період з підземних вузлів стебла формуються бічні пагони і вторинна коренева система, тобто відбувається закладання органів, що визначають урожайність культури. Показники продуктивного кушення залежать від умов осінньо-зимового періоду. Під час проведених досліджень міжфазний період “сходи – кущіння” припадав на третю декаду вересня та першу декаду жовтня, тривалість періоду коливалася від 13 до 19 днів, що підтверджено і нашими дослідженнями в умовах зрошення, але у варіантах без зрошення проходження даного періоду вегетації збільшується до 25 днів у середньому по досліджуваним сортам.

Отже, дослідженнями вище наведених вчених встановлено істотний вплив погодних умов на тривалість міжфазних періодів осінньої вегетації рослин сортів пшениці озимої, але в умовах зрошення дане питання не достатньо вивчено. Майже не враховувався вплив температури та вологості ґрунту на тривалість звітних періодів. Тому саме нові результати досліджень з поширеними на Півдні України сортами пшениці озимої в умовах зрошення та природного зволоження є актуальним, особливо в умовах змін клімату.

### Висновки

У результаті проведених польових досліджень у 2020-2021 рр. визначено, що на тривалість міжфазного періоду рослин пшениці озимої ВВСН 00-09 більший вплив мала вологість посівного шару ґрунту, яка в умовах зрошення становила 46,5-47,1 %, що на 23,1-25,9 % більше, ніж без зрошення.

За умов зрошення міжфазний період пшениці озимої (ВВСН 10-12) на 2-3 доби скорочувався, порівняно з цими ж варіантами без зрошення. Розвиток листків (ВВСН 13-19) в умовах зрошення на 1-20 діб, залежно від року досліджень, відбувався швидше, ніж без зрошення. У 2021 р. тривалість міжфазного періоду ВВСН 20-22 істотно не відрізнялася у варіантах без зрошення і в умовах зрошення, тоді як у 2020 р. на 10-12 діб відповідно перевищувала, ніж у зрошуваних варіантах. Міжфазні періоди у рослин пшениці озимої сорту Овідій на 1-3 доби були тривалішими, ніж у сорту Дума одеська при вирощуванні без зрошення.

У зв'язку з підвищенням середньодобової температури повітря в Степу України на 1-2°C, що призводить до зміщення строків сівби на більш пізні строки (I декада жовтня), отримані наукові результати слід враховувати товаровиробникам при посівній компанії, а саме: розпочинати сівбу пшениці озимої без зрошення слід сортом Овідій, який має триваліший період розвитку, ніж сорт Дума одеська, тоді як в умовах зрошення ця різниця є менш відчутна. Враховуючи наукові досягнення інших дослідників теми, подальших досліджень потребують вивчення впливу зрошення та погодних умов на тривалість міжфазних періодів за шкалою ВВСН та продуктивність досліджуваних сортів пшениці озимої.

### References

- [1] Morozov, O.V., Beznitska, N.V., Nesterenko, V.P., & Pichura, V.I. (2014). Formation of winter wheat productivity depending on climatic changes (on the example of Kherson region). *Taurian Scientific Bulletin*, 88, 146-152.
- [2] Panfilova, A., Korkhova, M., Gamayunova, V., Drobitko, A., Nikonchuk, N., & Markova, N. (2019). Formation of photosynthetic and grain yield of soft winter wheat (*Triticum aestivum*

- L.) depending on varietal characteristics and optimization of nutrition. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 10(2), 78-85.
- [3] Meena, P., Karnam, V., Tripathi, S.C., Jha, A., Sharma, R. K., & Singh, G.P. (2019). Irrigation management strategies in wheat for efficient water use in the regions of depleting water resources. *Agricultural Water Management*, 214, 38-46.
- [4] Hasanova, I.I., & Nozdrina, N.L. (2014). Growth and development of winter wheat plants during the spring-summer growing season in the Northern Steppe. *Bulletin of Agrarian Science of the Black Sea Region*, 2, 126-131.
- [5] Tsvey, Ya., Ivanina, R., Ivanina, V., & Senchuk, S. (2021). Yield and quality of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) grain in relation to nitrogen fertilization. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 74(1), 9413-9422.
- [6] Tsylyurik, O. (2019). *When wheat grows well. Agribusiness today*. Retrieved from <http://agrobusiness.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/13767-koly-dobre-roste-pshenytsia.html>.
- [7] Mostipan, M., Vasylykovska, K., Andriienko, O., Kovalov, M., & Umrykhin, N. (2021). Productivity of winter wheat in the northern Steppe of Ukraine depending on weather conditions in the early spring period. *Agronomy Research*, 19(2), 562-573. doi:10.15159/AR.21.090.
- [8] Hossain, A., Skalicky, M., Brestic, M., Maitra, S., Alam, M.A., Syed, M.A., Hossain, J., Sarkar, S., Saha, S., Bhadra, P., Shankar, T., Bhatt, R., Kumar Chaki, A., Sabagh, A., & Islam, T. (2021). Consequences and mitigation strategies of abiotic stresses in wheat (*Triticum aestivum* L.) under the Changing Climate. *Agronomy*, 11(2), 241. doi:10.3390/agronomy11020241.
- [9] Zhao, H.-X., Zhang, P., Wang, Y.-Y., Ning, T.-Y., Xu, C.-I., & Wang, P. (2020). Canopy morphological changes and water use efficiency in winter wheat under different irrigation treatments. *Journal of Integrative Agriculture*, 19(4), 1105-1116.
- [10] Zheng, Z., Cai, H., Hoogenboom, G., Chaves, B., & Yu, L. (Limited irrigation for improving water use efficiency of winter wheat in the guanzhong plain of Northwest China. 2016. *Transactions of the Asabe*, 59(6), 1841-1852.
- [11] Lu, S.B., Shang, Y.Z., & Zhang, H.B. (2020). Evaluation on early drought warning system in the jinghui channel irrigation area, *International Journal Environ. Res. Public Health*, 17(1), 374. doi:10.3390/ijerph17010374.
- [12] Poltoretskyi, S., Tretiakova, S., Mostoviak, I., Yatsenko, A., Tereshchenko, Y., Poltoretska, N., & Berezovskyi, A. (2020). Growth and productivity of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) depending on the sowing parameters. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(2), 81-87, doi:10.15421/2020\_68.
- [13] Duggan, B.L., Domitruk, D.R., & Fowler, D.B. (2000). Yield component variation in winter wheat grown under drought stress. *Canadian Journal of Plant Science*, 80(4), 739-745.
- [14] Linina, A., & Ruza, A. (2018). The influence of cultivar, weather conditions and nitrogen fertilizer on winter wheat grain yield. *Agronomy Research*, 16(1), 147-156. doi:10.15159/AR.21.090.
- [15] Suci, A.L., Şoptorean, L., Kadar, R., Muresanu, F., Miclea, R., & Florian, V. (2018). The influence of the number of fungicide treatments upon the quantity and quality of winter wheat yield in climatic conditions of ARDS Turda. *Romanian Agricultural Research*, 35, 221-228.
- [16] Panfilova, A., & Mohylnytska, A. (2019). The impact of nutrition optimization on crop yield of winter wheat varieties (*Triticum aestivum* L.) and modeling of regularities of its dependence on structure indicators. *Agriculture and Forestry*, 65(3), 157-171.
- [17] Panfilova, A., Gamajunova, V., & Smirnova, I. (2020). Influence of fertilizing with modern complex organic-mineral fertilizers to grain yield and quality of winter wheat in the Southern Steppe of Ukraine. *Journal of Agricultural Science*, 2(30), 196-201.
- [18] Lytovchenko, O.A., Hlushko, T.V., & Sydiakina, O.V. (2017). Grain quality of winter wheat varieties depending on the factors and conditions of the year of cultivation in the south of Ukrainian Steppe. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*, 3(95), 101-110.

- [19] Lavrynenko, O.Yu., Vozhegova, R.A., Bazaliy, G.G., Usyk, L.O., & Zhupina, A.Yu. (2019). The influence of irrigation on the productivity of different types of winter wheat in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Scientific Reports of the National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine: Electronic Scientific Journal*, 3(79), 11.
- [20] Blyzniuk, B.V., Los, R.M., Demydov, O.A., Kyrylenko, V.V., Humeniuk, O.V., & Daniuk, T.A. (2019). The influence of weather conditions on duration of particular vegetation periods and yield of bread winter wheat in Forest-Steppe and Polissia. *Myronivka Bulletin*, 8, 73-90.
- [21] Kazi, K.A. (2016-2017). *Crop development in lower sindh (tandojam)*. Retrieved from <https://namc.pmd.gov.pk/assets/crop-reports/1626161807Wheat-Imdad-2016-2017-Reviewed.pdf/>.
- [22] Ehrmantraut, E.R. (2018). *Methodology of scientific research in agronomy: Teaching*. London: White Church.
- [23] Volkodav, V.V. (2000). *Methodology of state variety testing of agricultural crops*. Kyiv: State Commission of Ukraine for Testing and Protection of Plant Varieties.
- [24] Crop Identification and BBCH Staging Manual: SMAP-12 Field. (2011). *Campaign Earth Observation Research Branch Team Agriculture and Agri-Food Canada*. Retrieved from [https://smapvex12.espaceweb.usherbrooke.ca/BBCH\\_STAGING\\_MANUAL\\_CEREALS\\_CORN.pdf](https://smapvex12.espaceweb.usherbrooke.ca/BBCH_STAGING_MANUAL_CEREALS_CORN.pdf).
- [25] Mazur, V.A., Polishchuk, I.S., Telekalo, N.V., & Mordvaniuk, M.O. (2020). *Study guide for the discipline "Crop production" for students of the field of knowledge 20 "Agrarian sciences and food" specialty 201 "Agronomy" of the first bachelor's level*. Vinnytsia: "Druk" LLC Publishing House.
- [26] Gamayunova, V., Kovalenko, O., Smirnova, I., & Korkhova, M. (2022). The formation of the productivity of winter wheat depends on the predecessor, doses of mineral fertilizers and bio preparations. *Scientific Horizons*, 25(6), 65-74.
- [27] Korkhova, M., & Mykolaichuk, V. (2022). Influence of weather conditions on the duration of interphysical periods and yield of durum winter wheat. *Scientific Horizons*, 25(2), 36-46. doi:10.48077/scihor.
- [28] Chuprina, Yu.Yu., Klymenko, I.V., Golovan, L.V., Buzina, I.M., Belay, Y.M., Mikheev, V.H., Nazarenko, V.V., Vynohradenko, S.O., & Khainus, D.D. (2021). Variability of morphological markers and vegetation period of spring wheat samples of different ecological and geographical origin. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(2), 241-248, doi:10.15421/2021\_106.
- [29] Tkachuk, V.P., & Tymoshchuk, T.M. (2020). Influence of sowing dates on the productivity of winter wheat. *Bulletin of Agrarian Science*, 3(804), 38-44.
- [30] Kolev, T., Todorov, Z., & Yeraliyeva, Z. (2020). Study of the effect of fertilization and sowing rates on the yield capacity of deni durum wheat. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, 13(1), 352-360.
- [31] Esaulko, A., Sitnikov, V., Pismennaya, E., Vlasova, O., Golosnoi, E., Ozheredova, A., Ivolga, A., & Erokhin, V. (2023). Productivity of winter wheat cultivated by direct seeding: Measuring the effect of hydrothermal coefficient in the arid zone of central fore-caucasus. *Agriculture*, 13(1). doi:10.3390/agriculture13010055.
- [32] Bezpalko, V.V., Stankevych, S.V., Zhukova, L.V., Lazarieva, O.V., Nemerytska, L.V., Popova, L.M., Mamchur, R.M., Gentosh, D.T., Afanasieva, O.H., Horiainova, V.V., Zayarna, O.Y., Milenin, A.M., Ogurtsov, Yu.Ye., & Klymenko, I.I. (2021). Laboratory and field germination of winter wheat and spring barley depending on the mode of irradiation with MWF of EHF and pre-sowing seed treatment. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(2), 382-391, doi:10.15421/2021\_127.
- [33] Turebayeva, S., Zhapparova, A., Yerkin, A., Aisakulova, K., Yesseyeva, G., Bissembayev, A., & Saljnikov, E. (2022). Productivity of rainfed winter wheat with direct sowing and economic efficiency of diversified fertilization in arid region of South Kazakhstan. *Agronomy*, 12(111), 1-13. doi:10.3390/agronomy12010111.