

CHAPTER «AGRICULTURAL SCIENCES»

SURVIVAL OF WINTER WHEAT CROPS IN THE NORTHERN STEPPE OF UKRAINE

ВИЖИВАНІСТЬ РОСЛИН У ПОСІВАХ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В ПІВНІЧНОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ

Mykola Mostipan¹

DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-255-5-4>

Abstract. *The subject* of the study was the dynamics of plant density in winter wheat crops during the growing season. *The main goal* of the research was to provide scientific and methodological foundations for the development, implementation and correction of the technology of growing winter wheat in the Steppe zone of Ukraine based on the dynamics of plant density during growing season. *Winter wheat* was sown after black fallow and corn for silage in three terms: September 2; September 17 and October 2. Plant density records in crops were carried out in the phase of full germination, at the end of autumn vegetation, at the time of renewal of spring vegetation and at the phase of firm grain maturity.

It was established that in the conditions of the northern Steppe of Ukraine, during the entire growing season, from the time of emergence of seedlings to firm grain maturity, an average of 47,4% of winter wheat plants survive. When growing winter wheat on black fallow, the survival rate of plants is higher and is 49,8% compared to the fore-crop corn for silage – 44,9%. Early sowing (September 2) reduces the survival rate of winter wheat plants on black fallow to 45.1%, and after corn for silage to 39,6%, compared to 52,1% and 47,4%, respectively, for the fore-crops when sowing on October 2. The highest survival of plants is observed during the autumn period and is 95,1% on black fallow, and 94,1% after corn for silage. During the winter period, plant survival is on average 70,2%, and during the spring-

¹ PhD of Biology, Professor, Head of Geonics Department
Central Ukrainian National Technical University, Ukraine

summer vegetation period it is 73,7%. Early seeding reduces plant survival compared to late seeding after both fore-crops in the winter period and, on the contrary, increases it during the spring and summer vegetation.

Extending the duration of the period from the time of the cessation of vegetation in the fall to its renewal in spring reduces the survival of winter wheat plants. In years with the length of this period exceeding 130 days, the survival rate of plants on black fallow decreases to 65,5%, and after corn for silage to 51.1%, against 72,1 and 81,8%, respectively, in the years with the duration of the indicated period up to 110 days. Early sowing on September 2 ensures lower survival of winter wheat plants during the winter period compared to sowing on October 2, regardless of its duration.

The early and middle renewal of spring vegetation ensures higher survival of winter wheat plants during the spring-summer vegetation compared to the late one in the first decade of April. In years with early and medium spring vegetation renewal, the survival rate after corn for silage plants is 81,%7 and 80,4%, respectively, against 59,2% in years with late renewal.

When seeding winter wheat after a non-fallow fore-crop, the greater the reserves of productive moisture in the soil at the beginning of the booting phase is, the higher is the survival of the plants during their spring and summer vegetation. This dependence can be traced in all crops of different ages. In years with the content of productive moisture in the meter layer of the soil up to 90 mm, plant survival is on average 64,5%, while in years with a moisture content of more than 120 mm, it increases to 79,5%.

In the Northern Steppe of Ukraine, the largest share of plants from the total number of all dead plants during the growing season dies during the winter period, and the smallest – during the autumn growing season. On average, these indicators are 53,9% and 10,1%, respectively. During the spring and summer vegetation, an average of 35,9% die. Shifting the sowing dates from September 2 to October 2 after both fore-crops reduces the proportion of dead plants during the winter period and at the same time increases their number during the spring-summer vegetation period. Sowing on September 2, the share of dead plants during the winter period is 65,6%, while sowing on October 2, it decreases to 49,4%, and after corn for silage, these indicators are 56,7% and 46,5%, respectively. At the same time, the share of dead plants during the spring-summer growing season on black fallow grows from 22,2% to 41,8%, and after corn for silage from 31,4% to 43,9%.

1. Вступ

Проблема підвищення врожайності польових культур завжди є однією із найбільш важливих в аграрній науці усіх країн Світу. Її розв'язання носить системний комплексний підхід, який включає в себе дослідження, починаючи з молекулярного рівня і закінчуючи на рівні агрофітоценозів.

Впроваджуючи той чи інший агротехнічний прийом у сільсько-господарському виробництві, сподіваються вплинути на фізіолого-біохімічні процеси в рослинах для того, щоб досягнути позитивного ефекту на рівні агрофітоценозу. З огляду на це, всі агротехнічні прийоми, що входять до складу агротехнологій вирощування польових культур, можна розглядати як інструмент управління посівами. У всіх сільськогосподарських культур найбільш важливою складовою формування врожаю є щільність рослин. Від часу появи сходів до збирання врожаю щільність рослин у посівах всіх польових культур зменшується [1]. Це відбувається під впливом факторів природного або ж агротехнічного походження.

На всіх етапах вегетації посівів польових культур надзвичайно важливою є інформація про критично допустимі межі щільності рослин та причини, що їх зумовили. Натомість, найбільш важливим є розуміння подальших внутрішньо фітоценотичних процесів в посівах польових культур, залежно від виникнення тих чи інших умов. Такі знання виступають глибоким підґрунтям для застосування того чи іншого агротехнічного прийому або ж прийняття рішення про припинення подальшого догляду за посівами.

Рослини всіх озимих культур, в тому числі і пшениці озимої, мають тривалий період вегетації. Ріст та їх розвиток відбувається впродовж всіх пір року. При цьому рослини відчують на собі дію як негативних, так позитивних факторів оточуючого середовища. Негативну дію можуть чинити як фактори природного походження, включаючи біологічний елемент, так і фактори, що виникли внаслідок застосування того чи іншого агротехнічного заходу [2].

Головна мета наших досліджень полягала у забезпеченні науково-методологічних основ розробки, впровадження та корегування технології вирощування пшениці озимої в степовій зоні України, спираючись на динаміку щільності рослин у посівах впродовж їх вегетації.

Дослідження проведені впродовж 1992–2004 років у Кіровоградській сільськогосподарській дослідній станції (нині Інститут сільського господарства Степу НААН). Пшеницю озиму висівали після чорного пару та кукурудзи на силос у три строки: 2 вересня, 17 вересня та 2 жовтня. Обліки щільності рослин у посівах проводили у фазу повних сходів, на час припинення осінньої вегетації, час відновлення весняної вегетації та фазу твердої стиглості зерна.

2. Вживаність рослин впродовж вегетації

Негативна дія всіх несприятливих факторів, перш за все, проявляється у зменшенні інтенсивності росту рослин, знебарвленні листків чи інших проявах, що може викликати навіть повну їх загибель у випадках перевищення критичної межі стійкості рослин або ж така дія не припиниться [3]. Обліки густоти стояння рослин у різновікових посівах пшениці озимої впродовж їх вегетації показали, що починаючи з фази появи сходів до твердої стиглості зерна, їх кількість зменшується. Таку залежність можна назвати загально біологічною, оскільки вона простежувалася у всі роки досліджень, незалежно від погодних умов та агротехнічних факторів, що входять до складу технології вирощування пшениці озимої. Погодні умови, як переконують отримані результати досліджень, можуть лише знижувати або підвищувати інтенсивність зменшення щільності рослин у посівах, не змінюючи зазначеного напрямку. У середньому за дванадцять років досліджень при вирощуванні пшениці озимої по чорному пару виживання рослин з часу появи сходів до збирання врожаю становило 49,8%, а після непарового попередника кукурудза на силос – 44,9%. Тобто, по чорному пару за вказаний період загинуло 50,2%, а після кукурудзи на силос – 45,1% рослин (таблиця 1). Після обох попередників сівба пшениці озимої на початку вересня (2 вересня) забезпечувала значно меншу виживаність рослин порівняно з сівбою 17 вересня та 2 жовтня. Так, після чорного пару виживаність рослин за сівби 17 вересня та 2 жовтня відповідно становила 52,0 та 52,1% проти 45,1% у варіанті з сівбою 2 вересня. Після непарового попередника ці показники відповідно становлять 47,6; 47,4 та 39,6%.

У середньому за роки досліджень виживаність рослин пшениці озимої за період «від часу відновлення весною до твердої стиглості

**Вживаність рослин пшениці озимої впродовж вегетації, %
(середнє за 1992–2004 рр.)**

Строк сівби	Періоди			
	від появи сходів до припинення осінньої вегетації	від часу припинення вегетації восени до відновлення її весною	від часу відновлення вегетації весною до твердої стиглості зерна	Від появи сходів до твердої стиглості зерна
Чорний пар				
2.IX	93,2	62,5	79,2	45,1
17.IX	96,4	72,5	75,5	52,0
2.X	95,6	75,7	73,5	52,1
Середнє	95,1	70,2	76,1	49,8
Кукурудза на силос				
2.IX	92,6	63,7	71,2	39,6
17.IX	94,4	72,7	72,5	47,6
2.X	95,2	74,2	70,3	47,4
Середнє	94,1	70,2	71,3	44,9

зерна» після обох досліджуваних попередників виявилася більшою ніж за період «від часу припинення вегетації восени до відновлення її весною». Особливо помітним це є після чорного пару. У середньому за роки досліджень виживаність рослин за період «від часу відновлення весною до твердої стиглості зерна» склала 76,1% проти 70,2% за період «від часу припинення вегетації восени до відновлення її весною». Після непарового попередника показники виживаності рослин відповідно становлять 71,3 та 70,2%.

Натомість строки сівби у певній мірі можуть змінювати вищезазначену залежність. Після обох попередників сівба 2 жовтня забезпечувала вищу виживаність рослин впродовж зимового періоду порівняно з весняно-літнім. У середньому за роки досліджень показники після чорного пару склали відповідно 75,7 та 73,5%, а після непарового попередника – 74,2 та 70,3%. Тобто спираючись на вищенаведені показники можна стверджувати, що для слабко розвинутих рослин пшениці з осені більш небезпечнішими є умови весняно-літнього

періоду. Підтвердженням цьому можуть бути також показники виживаності різновікових рослин впродовж весняно-літньої вегетації після попередника чорний пар. У середньому за роки досліджень виживаність рослин за сівби 2 вересня дорівнює 79,2% тоді як при сівбі 2 жовтня вона зменшується до 73,5%. Після непарового попередника таке зниження є менш помітним із 71,2 до 70,3%.

Після обох попередників перенесення сівби з 2 вересня на 2 жовтня сприяє підвищенню виживаності рослин пшениці озимої впродовж періоду від часу припинення вегетації восени до відновлення її весною з 62,5% до 75,7% по чорному пару та з 63,7 до 74,2% після непарового попередника кукурудза на силос.

3. Вживаність рослин впродовж осінньої вегетації

Впродовж осіннього періоду вегетації, тобто з часу появи сходів до припинення осінньої вегетації, показники біологічної стійкості рослин є найбільш високими. У середньому за роки досліджень по чорному пару виживаність рослин складає 95,1%, а кукурудзи на силос – 94,1%. Рання сівба 2 вересня зменшує виживаність рослин впродовж осіннього періоду порівняно з сівбою 17 вересня та 2 жовтня.

Вміст продуктивної вологи у ґрунті є вирішальним фактором для отримання дружніх та своєчасних сходів пшениці озимої. Лише запаси продуктивної вологи у посівному шарі ґрунту 0-20 см понад 20 мм здатні забезпечити появу сходів пшениці озимої. Менша кількість вологи (11-20 мм) у ґрунті не лише зменшує польову схожість насіння пшениці озимої, а й негативно впливає на подальший ріст її рослин [4]. Отримані результати досліджень показують, що за посушливих умов впродовж осіннього періоду і зокрема низьких запасів продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту менше 60 мм виживаність рослин пшениці озимої знижується. У роки, коли на час сівби пшениці озимої вміст продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту менше 60 мм, виживаність рослин у середньому становила по чорному пару 94,0% проти 97,5% у роки з вищими запасами вологи, а після непарового попередника ці показники становлять відповідно 92,0 та 96,8% (таблиця 2).

Низькі запаси продуктивної вологи у ґрунті на час сівби пшениці озимої зменшують показники виживаності рослин пшениці озимої впродовж осіннього періоду незалежно від строків сівби. Тобто, нега-

Вживаність рослин пшениці озимої від часу появи сходів до припинення осінньої вегетації залежно від запасів продуктивної вологи у ґрунті на час сівби, %

Строк сівби	Запаси продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту, мм		
	до 60 мм	60-100 мм	більше 100 мм
Чорний пар			
2.IX	93,1	94,7	97,3
17.IX	94,5	98,8	97,0
2.X	94,4	98,9	97,5
Середнє	94,0	97,5	97,2
Кукурудза на силос			
2.IX	90,6	95,3	95,2
17.IX	92,4	98,0	95,5
2.X	92,9	97,1	96,5
Середнє	92,0	96,8	95,7

тивна дія недостатнього зволоження ґрунту на час сівби пшениці озимої на виживаність її рослин проявляється за різної тривалості осінньої вегетації. Водночас при її скороченні за пізніх строках сівби показники виживаності рослин дещо підвищується після обох попередників. Так, при вирощуванні пшениці після кукурудзи на силос за вмісту продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту менше 60 мм виживаність рослин при сівбі 2 вересня у середньому становить 90,6%, а при сівбі у пізніші досліджувані строки вона збільшувалася до 92,4-92,9%.

Добре відомо, що в північному Степу України впродовж осіннього періоду під посівами пшениці озимої запаси продуктивної вологи у ґрунті збільшуються [5]. Це відбувається за рахунок опадів. Зрозуміло, що як дефіцит опадів так і їх надмірна кількість може мати негативний вплив на ріст та розвиток рослин пшениці озимої. Недостатня кількість опадів в осінній період, особливо на фоні низьких запасів продуктивної вологи у ґрунті в першу чергу зменшуватиме інтенсивність кущіння рослин, їх повітряно-суху масу, доступність елементів мінерального живлення із ґрунту, а то навіть і гострий їх дефіцит. Надмірні опади можуть також створити несприятливі умови для росту та розвитку рослин. В такі роки спостерігається інтенсивний розвиток хво-

роб, створюються сприятливі умови для розвитку ґрунтових шкідників, тощо. Тому отримані результати досліджень свідчать, що у роки, коли впродовж осіннього випадає більше 100 мм опадів виживаність рослин пшениці озимої зменшується. Особливо чітко це простежується після непарового попередника кукурудза на силос. Так, у роки із зазначеною кількістю опадів виживаність рослин у середньому становить 80,0% тоді як при меншій кількості опадів вона не знижується нижче 95,9% (таблиця 3).

Таблиця 3

**Вживаність рослин пшениці озимої
від часу появи сходів до припинення осінньої вегетації
залежно від суми опадів за цей період, %**

Строк сівби	Сума опадів впродовж осіннього періоду, мм		
	до 70 мм	70–100 мм	більше 100 мм
Чорний пар			
2.IX	93,8	97,1	90,2
17.IX	95,4	97,2	96,0
2.X	97,8	95,3	97,1
Середнє	95,7	96,5	94,4
Кукурудза на силос			
2.IX	95,1	95,5	76,0
17.IX	95,8	96,0	82,7
2.X	97,2	96,1	81,3
Середнє	96,0	95,9	80,0

Наведені показники таблиці 3 показують, що вплив кількості опадів на показники виживаності рослин пшениці озимої впродовж осіннього періоду після кукурудзи на силос є чітко вираженим та однонаправленим і проявляється за всіх строків сівби. Тобто, у роки, коли випадає більше 100 мм опадів, виживаність рослин зменшується за всіх строків сівби. Наприклад, за умови, що сівба проведена 2 вересня виживаність рослин зменшується з 95,5% до 76,0%, а при сівбі 2 жовтня – з 96,1 до 81,3%. По попереднику чорний пар залежність показників виживаності рослин від кількості опадів впродовж осінньої вегетації у різновікових посівів виявляється різною. При сівбі 2 вересня найбільш висока виживаність рослин впродовж осінньої вегетації спосте-

рігається у роки з кількістю опадів від 70 до 100 мм впродовж цього періоду. У роки з меншою та більшою кількістю опадів виживаність рослин зменшується. Так, у роки, коли випадає більше 100 мм, виживаність рослин знижується з 97,1 до 90,2%.

Впродовж осіннього періоду формуються потенційні можливості посівів пшениці озимої. Багато авторів стверджують, що висока продуктивність посівів озимої пшениці може бути досягнута за умови, що на час припинення осінньої вегетації куцистість рослин становить 2-4 стебел на рослину, а тривалість осінньої вегетації триває від 45 до 60 днів [6]. Дослідженнями в північному Степу України доведено, що найбільш висока врожайність пшениці озимої формується у роки з припиненням осінньої вегетації у третій декаді листопада [7].

Аналіз отриманих результатів досліджень показує, що після обох попередників найбільш високі показники виживаності рослин пшениці озимої впродовж осінньої вегетації спостерігаються у роки з припиненням її у першій декаді листопада. У середньому виживаність рослин по чорному пару складає 97,4%, а кукурудзі на силос – 96,1%. У роки з більш раннім чи пізнішими термінами припинення вегетації показники виживаності зменшуються.

4. Виживаність рослин впродовж зимового періоду

Починаючи з часу припинення осінньої вегетації, тобто зниження температурного режиму повітря нижче +5°C і до відновлення її весною, рослини пшениці озимої перебувають у стані спокою. Впродовж цього періоду в північному Степу України може проявлятися комплекс негативних явищ, які частково пошкоджують або ж викликають повну загибель рослин пшениці озимої. Численними польовими дослідженнями обґрунтована негативна дія того чи іншого фактору або ж їх взаємодії на життєздатність рослин пшениці озимої. Серед них в першу чергу необхідно виділити низькі від'ємні температури оточуючого середовища, негативна дія льодяної кірки, виснаження рослин під товстим шаром снігу на фоні незамерзлого ґрунту, коливання температурного режиму та інші [8].

В результаті проведеного аналізу встановлено, що чим тривалішим є стан спокою рослин пшениці озимої, зумовлений температурним режимом оточуючого середовища, тим меншою є виживаність рослин пшениці озимої за цей період (таблиця 4).

**Зимостійкість рослин пшениці озимої
залежно від тривалості стану спокою, %**

Строк сівби	Тривалість стану спокою, днів		
	до 110 днів	111-120 днів	більше 130 днів
Чорний пар			
2.IX	62,8	63,9	59,2
17.IX	76,7	66,3	64,0
2.X	76,9	75,0	73,3
Середнє	72,1	68,4	65,5
Кукурудза на силос			
2.IX	73,7	55,7	48,9
17.IX	85,2	65,8	52,4
2.X	86,6	70,4	51,9
Середнє	81,8	64,0	51,1

Подовження тривалості стану спокою викликає зниження зимостійкості рослин пшениці озимої після обох досліджуваних попередників і не залежить від строків сівби. По чорному пару зимостійкість рослин пшениці озимої у роки з тривалістю стану спокою до 110 днів у середньому становила 72,1%, а у роки з довжиною його понад 130 днів зменшується до 65,5%. Після непарового попередника кукурудза на силос ці показники відповідно дорівнюють 81,8 та 51,1%. Принципова відміна між попередниками полягає в тому, що у роки з тривалістю стану спокою до 110 днів більш високу зимостійкість мають посіви після кукурудзи на силос, а у роки з тривалим станом спокою більше 130 днів – посіви після чорного пару.

Зміщення строків сівби пшениці озимої з 2 вересня на 2 жовтня після обох попередників підвищує зимостійкість рослин пшениці озимої не залежно від тривалості стану спокою. Рослини пізніх строків сівби мають вищий рівень зимостійкості, ніж рослини ранніх строків.

5. Вживаність рослин впродовж весняно-літнього періоду

Впродовж весняно-літнього періоду вегетації спостерігається подальше зменшення щільності рослин пшениці озимої в її посівах. Це може бути наслідком несприятливих погодних умов зимового періоду, а також проявом недостатньої вологозабезпеченості посівів,

підвищеного температурного режиму повітря чи різких його коливань, епіфітотійного розвитку хвороб чи епізотійного розмноження шкідників, а також гострого дефіциту елементів мінерального живлення. Надзвичайно великий вплив на ріст та розвиток рослин у весняно-літній період, а відповідно і на формування врожаю та його якісні показники чинить час відновлення весняної вегетації. Надранне та раннє відновлення вегетації весною забезпечує істотно вищу врожайність посівів порівняно з пізнім [8; 9]. Натомість результати досліджень показують, що виживаність рослин пшениці озимої по чорному пару впродовж весняної літньої вегетації найбільш високою є у роки із раннім відновленням весняної вегетації, а після кукурудзи на силос – раннім та середнім. Показники виживаності рослин у середньому не залежно від строків сівби складають 79,9%, 81,7 та 80,4% відповідно. Надранне відновлення (для північного Степу України у третій декаді лютого) та пізніє (у першій декаді квітня) знижують виживаність рослин впродовж весняно-літньої вегетації (таблиця 5).

Таблиця 5

Вживаність рослин пшениці озимої впродовж весняно-літнього періоду залежно від часу відновлення весняної вегетації, %

Строк сівби	Час відновлення весняної вегетації			
	надраннє	раннє	середнє	пізнє
Чорний пар				
2.IX	74,4	78,1	78,5	79,4
17.IX	81,6	80,9	78,6	68,3
2.X	77,1	80,8	73,4	66,7
Середнє	77,7	79,9	76,9	71,5
Кукурудза на силос				
2.IX	72,2	84,2	75,1	61,6
17.IX	81,8	82,3	84,9	58,2
2.X	79,8	78,6	81,1	57,9
Середнє	78,0	81,7	80,4	59,2

У роки з надраннім відновленням весняної вегетації найбільша виживаність рослин впродовж весняно-літньої вегетації спостерігається у посівах сівба яких проведена в оптимальні строки тобто 17 вересня. Така залежність характерна для посівів після обох дослі-

джуваних попередників. Характерним у такі роки є також те, що у пізніх посівах після обох попередників біологічна стійкість рослин є вищою, ніж у посівах з ранніми строками сівби. Так, після кукурудзи на силос виживаність рослин у посівах з сівбою 2 жовтня становила 79,8%, тоді як у посівах з сівбою 2 вересня – 72,2%.

Із даних таблиці 6 видно, що у роки з пізнім відновленням весняної вегетації після обох попередників виживаність рослин впродовж весняно-літньої вегетації зменшується внаслідок зміщення строку сівби з 2 вересня на 2 жовтня. Особливо помітним це відмічається у посівах по чорному пару. За сівби 2 вересня виживаність рослин складала 79,4%, тоді як у посівах з сівбою 2 жовтня вона зменшувалася до 66,7%. При пізньому відновленні вегетації в умовах північного Степу України у більшості років спостерігається різке підвищення температурного режиму повітря та значні втрати вологи із верхніх шарів ґрунту, що посилює інтенсивність загибелі пошкоджених взимку рослин. Взагалі пізнє відновлення весняної вегетації майже у всіх різновікових посівів забезпечує найнижчий рівень виживаності рослин пшениці озимої впродовж весняно-літньої вегетації. Виключенням із зазначеної залежності є лише посіви по чорному пару з ранніми строками сівби 2 вересня, у яких виживаність рослин у роки з пізнім відновленням весняної вегетації є вищою, ніж у роки з надраннім. Показники виживаності відповідно становлять 79,4 та 74,4%.

Водні ресурси рослин у весняно-літній період мають надзвичайно велике значення у формуванні врожаю пшениці озимої в північному Степу України. Чим гірші умови існування рослин, розміщення посівів після гірших попередників тим вищою є залежність рівня врожаю пшениці озимої від запасів продуктивної вологи у ґрунті на час відновлення весняної вегетації рослин [10; 11]. Разом з тим між вмістом продуктивної вологи у ґрунті та виживаністю рослин впродовж весняно-літньої вегетації виявлена обернена залежність. Виявляється, що у роки з вмістом продуктивної вологи у ґрунті до 140 мм виживаність рослин є вищою, ніж у роки з вмістом вологи понад 170 мм (таблиця 6). Це характерно для всіх різновікових посівів пшениці озимої. Так, по чорному пару у роки з вмістом вологи у ґрунті до 140 мм виживаність рослин у середньому складала 82,9%, тоді як у роки з її кількістю понад 170 мм – 71,2%. Подібна тенденція відмічена і після непарового попередника.

Вживаність рослин пшениці озимої впродовж весняно-літньої вегетації залежно від запасів продуктивної вологи у ґрунті, %

Строк сівби	Вміст продуктивної вологи, мм					
	на час відновлення весняної вегетації			на початку фази трубкування		
	до 140 мм	140-170 мм	більше 170 мм	до 90 мм	90-120 мм	більше 120 мм
Чорний пар						
2.IX	80,6	78,3	79,8	75,1	82,0	82,0
17.IX	85,1	77,0	67,6	69,5	79,9	77,7
2.X	83,1	74,3	66,3	68,2	79,8	76,3
Середнє	82,9	76,5	71,2	70,9	80,5	78,7
Кукурудза на силос						
2.IX	78,1	73,5	72,9	64,1	72,6	78,9
17.IX	86,3	76,9	69,0	66,0	68,6	79,2
2.X	82,1	73,7	69,8	63,6	66,5	80,4
Середнє	82,2	74,7	70,6	64,5	69,2	79,5

З початком фази трубкування потреби рослин у воді різко зростають. В основному це зумовлюються інтенсивним нагромадженням надземної маси рослинами, збільшенням площі листової поверхні, що зумовлює збільшення кількості води в процесі транспірації, що відображається у зростанні загальних витрат води посівами [12]. Дефіцит вологи у ґрунті впродовж фази трубкування, як показують результати досліджень та практика сільськогосподарського виробництва, веде до значних втрат врожаю. Результати досліджень свідчать, що чим меншою є кількість продуктивної вологи у ґрунті на початку фази трубкування, тим нижчими є показники вживаності рослин впродовж весняно-літньої вегетації. Особливо чітко така закономірність простежується після непарового попередника кукурудзи на силос і є характерною для всіх різновікових посівів. У роки з вмістом продуктивної вологи у ґрунті понад 120 мм вживаність рослин впродовж весняно-літньої вегетації досягає у середньому до 79,5%, тоді як у роки з її кількістю менше 90 мм знижується до 64,5%.

При розміщенні пшениці озимої по чорному пару не залежно від кількості продуктивної вологи у ґрунті найбільш високу вживаність

рослин мають посіви, сівба яких проведена на початку вересня, тобто 2 вересня. Зміщення сівби на більш пізніші терміни зменшувало виживаність рослин впродовж весняно-літнього періоду. Так, у роки з вмістом вологи у ґрунті понад 170 мм виживаність рослин з сівбою 2 вересня у середньому становила 82,0% проти 78,7% у посівах з сівбою 2 жовтня.

Добре відомо, що ріст та розвиток рослин пшениці озимої впродовж весняно-літньої вегетації у значній мірі залежить від характеру температурного режиму повітря. Зазвичай високі температури оточуючого середовища підвищують інтенсивність транспірації рослин, пригнічують інтенсивність фотосинтезу, посилюють дихання рослин, що негативно впливає на врожайність пшениці озимої. Високі температури повітря також сприяють значним втратам води із ґрунту, що, в свою чергу, погіршує умови мінерального живлення рослин.

Розрахунки показників виживаності рослин пшениці у роки з різним характером температурного режиму у період з часу відновлення весняної вегетації до початку трубкування рослин засвідчили, що чим вищою є середньодобова температура повітря в цей період, тим меншою є виживаність рослин впродовж весняно-літньої вегетації (таблиця 7).

Таблиця 7

Вживаність рослин пшениці озимої впродовж весняно-літньої вегетації залежно від середньодобової температури повітря у період з ЧВВВ до фази трубкування рослин, %

Строк сівби	Середньодобова температура повітря, °С		
	до 6,0	6,0-10,0	більше 10
Чорний пар			
2.IX	78,7	81,9	76,2
17.IX	78,9	77,7	71,1
2.X	81,2	72,9	70,3
Середнє	79,6	77,5	72,5
Кукурудза на силос			
2.IX	82,5	70,0	66,9
17.IX	83,3	71,5	68,5
2.X	85,1	70,6	62,6
Середнє	83,6	70,7	66,0

Наведені дані показують, що у роки, коли середньодобова температура повітря у ранньовесняний період до фази трубкування рослин тримається менше 6°C, виживаність рослин становить 79,6% по чорному пару та 83,6% після кукурудзи на силос, тоді як у роки з температурним режимом понад 10°C вона зменшується відповідно до 72,5 та 66,0% відповідно.

У роки з середньодобовою температурою повітря до 6°C найбільш високу виживаність рослин після обох попередників мають посіви, сівба яких проведена наприкінці пізніх строків сівби 2 жовтня. По кукурудзі на силос такі посіви мали виживаність рослин на рівні 85,1% проти 82,5% у посівів з сівбою 2 вересня.

При вирощуванні пшениці озимої по чорному пару у роки з середньодобовою температурою повітря більше 6°C у ранньовесняний період найбільш високу виживаність впродовж весняно-літньої вегетації мають рослини з сівбою 2 вересня і найменшу – з сівбою 2 жовтня. Так, у роки із температурою повітря у межах 6-10°C зміщення сівби з 2 вересня на 2 жовтня зменшує виживаність рослин з 81,9 до 72,9%. Після непарового попередника зменшення виживаності рослин із перенесенням сівби з ранніх на пізні строки спостерігається лише у роки із середньодобовою температурою повітря у ранньовесняний період понад 10°C.

6. Частка загиблих рослин в окремі періоди вегетації

Як зазначалося вище, виживаність рослин пшениці озимої за весь період вегетації в північному Степу України при вирощуванні пшениці озимої по чорному пару становить 45,1-52,1%, а після кукурудзи на силос – 39,6-47,6%, тобто загальна загибель рослин відповідно складає від 169 до 199 шт./м² та від 186 до 190 шт./м² залежно від строків сівби. Отже, впродовж вегетації у середньому гине близько половини, а після непарового попередника навіть більша кількість рослин.

Із даних таблиці 8 видно, що при розміщенні пшениці озимої як по чорному пару, так і після кукурудзи на силос у середньому, не залежно від строків сівби, найбільша кількість рослин гине у період з часу припинення осінньої вегетації до її відновлення весною і становить відповідно 57,0 та 50,9% від загальної кількості загиблих рослин. Найменше гине рослин впродовж осіннього періоду вегетації і їх кількість по чорному пару складає 9,5%, а кукурудзі на силос – 10,8%. Впродовж весняно-літньої вегетації гине у середньому 33,5 та 38,3% рослин.

**Частка загиблих рослин пшениці озимої в окремі періоди
від загальної їх кількості % (середнє за 1992–2002 рр.)**

Строк сівби	Періоди			
	від появи сходів до припинення осінньої вегетації	від часу припинення вегетації восени до відновлення її весною	від часу відновлення вегетації весною до твердої стиглості зерна	від появи сходів до твердої стиглості зерна
Чорний пар				
2.IX	12,2	65,6	22,2	100,0
17.IX	7,5	55,9	36,6	100,0
2.X	8,8	49,4	41,8	100,0
Середнє	9,5	57,0	33,5	100,0
Кукурудза на силос				
2.IX	11,9	56,7	31,4	100,0
17.IX	10,9	49,6	39,5	100,0
2.X	9,6	46,5	43,9	100,0
Середнє	10,8	50,9	38,3	100,0

Строки сівби мають чітко виражений вплив на структуру загибелі рослин після обох досліджуваних попередників. Зміщення сівби з 2 вересня на 2 жовтня зменшує частку загиблих рослин впродовж осінньої вегетації по чорному пару з 12,2 до 8,8%, а після кукурудзи на силос – з 11,9 до 9,6%. Водночас частка загиблих рослин від часу припинення осінньої вегетації до її відновлення весною зменшується з 65,6% до 49,4% по чорному пару та з 56,7% до 46,5% після кукурудзи на силос. Впродовж весняно-літньої вегетації найбільша частка рослин гине у посівах з пізніми строками сівби і складає 41,8 при розміщенні пшениці по чорному пару та 43,9% – по кукурудзі на силос. При ранніх строках сівби 2 вересня частка загиблих рослин зменшується відповідно до 22,2 та 31,4%.

Отже, в умовах північного Степу України зміщення сівби з 2 вересня на 2 жовтня зменшує частку рослин, що загинули з часу припинення осінньої вегетації до відновлення її весною і водночас збільшує частку

загиблих рослин впродовж весняно-літньої вегетації у загальній кількості рослин, що загинули впродовж всієї вегетації.

В усіх ґрунтово-кліматичних зонах України найбільш небезпечним періодом для посівів пшениці озимої є зимовий. Негативна дія низьких від'ємних температур на рослини пшениці озимої може проявлятися досить тривалий час впродовж весняно-літньої вегетації. Це може відобразитися у зменшенні щільності рослин на одиниці площі, їх висоти і повітряно-сухої ваги та таких важливих елементів структури врожаю як довжина колосу, кількість закладених колосків та фертильності квіток в колосках.

Отримані результати показують, що частка загиблих рослин в окремі періоди впродовж вегетації рослин у значній мірі залежить від умов зимового періоду. Комплексним показником, за яким можна оцінити їх відповідність біологічним вимогам рослин пшениці озимої, є показник зимостійкості. Чим вища зимостійкість, тобто впродовж зимового періоду вижило більша кількість рослин тим ймовірніше може бути твердження про більш сприятливі умови зимового періоду для їх перезимівлі і навпаки. У сприятливі роки кількість рослин, що перезимували є досить високою і показники зимостійкості є вищими понад 85 і більше відсотків. У несприятливі роки гине половина, а то і більша кількість рослин, а тому показники зимостійкості можуть опускатися менше 50%.

Дослідженнями встановлено, що у сприятливі для перезимівлі роки найбільша частка рослин від загальної кількості загиблих впродовж всієї вегетації гине у весняно-літній період вегетації. При цьому, чим гірші умови існування рослин, тим більша їх частка (таблиця 9). Так, після чорного пару кількість таких рослин у середньому становить 49,1%, а при розміщенні пшениці після кукурудзи на силос – 63,6%. У такі роки перенесення сівби з 2 вересня на 2 жовтня збільшує частку рослин, що загинули впродовж весняно-літнього періоду від загальної їх кількості впродовж всієї вегетації. Так, по чорному пару при сівбі 2 вересня частка загиблих рослин впродовж весняно-літньої вегетації становила 37,8%, тоді як при сівбі 2 жовтня вона збільшується до 52,8%. Після непарового попередника ці показники є значно вищими і складають 52,4 та 72,1% відповідно. Тобто, спираючись на вищенаведене, в умовах північного Степу України у роки зі сприятливими умовами для перезимівлі рослин, в ранньовесняний період необхідно

Таблиця 9

Частка загиблих рослин в окремі періоди від загальної їх кількості у роки з різним рівнем їх зимостійкості, %

Строк сівби	Високий, більше 87,0%			Середній, 75,2%			Низький, 43,7%		
	С-П*	П-В**	В-ТС***	С-П*	П-В**	В-ТС***	С-П*	П-В**	В-ТС***
Чорний пар									
2.IX	26,4	35,8	37,8	15,3	61,5	23,2	3,7	86,0	10,2
17.IX	9,3	34,1	56,6	15,5	44,6	39,9	4,1	81,5	14,4
2.X	20,3	26,9	52,8	5,3	38,1	56,5	7,1	77,7	15,2
Середнє	18,7	32,3	49,1	12,0	48,1	39,9	5,0	81,8	13,3
Кукурудза на силос									
2.IX	28,4	19,2	52,4	7,4	47,7	44,9	5,3	92,0	2,7
17.IX	17,4	16,3	66,3	15,0	50,7	34,3	6,2	85,5	8,3
2.X	15,6	12,2	72,1	6,7	65,3	27,9	5,4	82,6	12,0
Середнє	20,5	15,9	63,6	9,7	54,6	35,7	5,6	86,7	7,7

* – від появи сходів до припинення осінньої вегетації

** – від часу припинення осінньої до відновлення вегетації весною

*** – від часу відновлення весняної вегетації до твердої стиглості зерна

застосувати специфічні агротехнічні прийоми, які будуть сприяти регенерації частково пошкоджених рослин взимку. Підвищення адаптивних властивостей таких рослин буде сприяти зменшенню кількості загиблих рослин впродовж весняно-літньої вегетації. Такі прийоми в першу чергу повинні поліпшувати умови протікання фізіолого-біохімічних процесів у рослинах, зменшувати можливий прояв дефіциту тих чи інших елементів живлення рослин, запобігати надмірним втратам вологи із ґрунту, підвищувати стійкість до враження їх хворобами та пошкодження шкідниками.

У роки з відносно сприятливими умовами для перезимівлі рослин пшениці озимої, коли зимостійкість рослин не знижується нижче 75%, найбільша частка загиблих рослин від загальної їх кількості впродовж вегетації гине впродовж зимового періоду. Їх кількість у середньому по чорному пару становить 48,1%, а по непаровому попереднику – 54,6%. Між попередниками у такі роки існує принципова відмінність. Якщо по чорному пару зміщення сівби з ранніх строків на пізні зменшує частку загиблих рослин впродовж зимового періоду з 61,5 до 38,1%, то після непарового попередника відмічається прямо протилежна залежність – збільшується частка загиблих рослин впродовж цього періоду з 47,7 до 65,3%. Натомість впродовж весняно-літнього періоду, як показують дані таблиці 9, вплив строків сівби на показники частки загиблих рослин носять прямо протилежний характер, ніж впродовж зимового періоду.

Вкрай несприятливі умови зимового періоду можуть викликати значну загибель рослин пшениці озимої, тому у такі роки незалежно від попередників та строків сівби найбільша частка рослин гине саме впродовж зимового періоду. Їх кількість по чорному пару у середньому становить 81,8%, а по непаровому попереднику кукурудзі на силос 86,7% від загальної кількості, що загинули впродовж всього періоду вегетації. За таких умов частка загиблих рослин впродовж осіннього періоду не перевищує 7,1%, а впродовж весняно-літньої вегетації – 15,2%. Після обох досліджуваних попередників сівба у пізні строки (2 жовтня) зменшує частку загиблих рослин впродовж зимового періоду порівняно з сівбою 2 вересня. Показники кількості загиблих рослин по чорному пару становлять відповідно 77,7 та 86,0%, а по кукурудзі на силос – 82,6 та 92,0%.

7. Висновки

Вищенаведений матеріал дозволяє зробити наступні висновки:

– В північному Степу України за весь період вегетації з часу появи сходів до твердої стиглості зерна виживає в середньому 47,4% рослин пшениці озимої. При вирощуванні пшениці озимої по чорному пару виживаність рослин є більшою і становить 49,8% порівняно з попередником кукурудза на силос – 44,9%. Сівба в ранні строки (2 вересня) зменшує виживаність рослин пшениці озимої після обох попередників. По чорному пару вона зменшується до 45,1%, а після кукурудзи на силос – 39,6% проти 52,1 та 47,4% відповідно до попередників за сівби 2 жовтня. Найбільш висока виживаність рослин відмічається впродовж осіннього періоду і складає по чорному пару 95,1%, а після кукурудзи на силос 94,1%. Впродовж зимового періоду виживаність рослин у середньому становить 70,2%, а весняно-літній період вегетації – 73,7%. Сівба у ранні строки зменшує виживаність рослин порівняно з пізньою після обох попередників впродовж зимового періоду і навпаки підвищує – впродовж весняно-літньої вегетації.

– Запаси продуктивної вологи у ґрунті на час сівби пшениці озимої, кількість опадів впродовж осіннього періоду та час припинення осінньої вегетації у певній мірі впливають на виживаність рослин від часу появи сходів до часу припинення осінньої вегетації.

– Подовження тривалості періоду від часу припинення вегетації восени до часу відновлення її весною зменшує виживаність рослин пшениці озимої. У роки з довжиною цього періоду понад 130 днів виживаність рослин по чорному пару зменшується до 65,5%, а по кукурудзі на силос до 51,1% проти 72,1 та 81,8% відповідно до попередників у роки з тривалістю вказаного періоду до 110 днів. Сівба у ранні строки 2 вересня забезпечує нижчу виживаність рослин пшениці озимої впродовж зимового періоду порівняно з сівбою 2 жовтня не залежно від його тривалості. У середньому зміщення строку сівби з 2 вересня на 2 жовтня підвищує виживаність рослин по чорному пару з 62,0 до 75,0%, а по кукурудзі на силос – з 59,4 до 69,6%.

– Раннє та середнє відновлення весняної вегетації забезпечує більш високу виживаність рослин пшениці озимої впродовж весняно-літньої вегетації порівняно з пізнім у першій декаді квітня. Така залежність про-

стежується у всіх різновікових посівах пшениці озимої як по чорному пару, так і кукурудзі на силос. У роки з раннім та середнім термінами відновлення весняної вегетації виживаність рослин по кукурудзі на силос відповідно становить 81,7 та 80,4% проти 59,2% у роки з пізнім відновленням.

– При розміщенні пшениці озимої після непарового попередника чим більшими є запаси продуктивної вологи у ґрунті на початку фази трубкування, тим вищою є виживаність рослин впродовж весняно-літньої їх вегетації. Така залежність характерна для всіх різновікових посівів. У роки із вмістом продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту до 90 мм виживаність рослин складає у середньому 64,5%, тоді як у роки із вмістом вологи понад 120 мм вона зростає до 79,5%.

– У роки з кількістю опадів понад 50 мм у період з часу відновлення весняної вегетації до початку трубкування виживаність рослин пшениці озимої за весняно-літній період з сівбою 17 вересня та 2 жовтня як по чорному пару, так і після кукурудзи на силос є вищою порівняно з роками з меншою кількістю опадів. У роки з кількістю понад 50 мм виживаність рослин по кукурудзі на силос у середньому становить 79,2%, тоді як у роки з їх кількістю менше 20 мм зменшується до 67,4%.

– В північному Степу України найбільша частка рослин від загальної кількості всіх загиблих рослин впродовж вегетації гине впродовж зимового періоду і найменша – впродовж осінньої вегетації. У середньому ці показники відповідно складають 53,9% та 10,1%. Впродовж весняно-літньої вегетації гине у середньому 35,9%. Зміщення термінів сівби з 2 вересня на 2 жовтня після обох попередників зменшує частку загиблих рослин впродовж зимового періоду і водночас збільшує їх кількість за весняно-літній період вегетації. За сівби 2 вересня по чорному пару частка загиблих рослин впродовж зимового періоду становить 65,6%, тоді як піри сівби 2 жовтня вона зменшується до 49,4%, а після кукурудзи на силос ці показники відповідно становлять 56,7 та 46,5%. Водночас частка загиблих рослин впродовж весняно-літньої вегетації по чорному пару зростає з 22,2 до 41,8%, а по кукурудзі на силос – з 31,4 до 43,9%.

– У роки зі сприятливими умовами для перезимівлі основна частка рослин пшениці озимої від загальної кількості загиблих впродовж всієї вегетації гине у весняно-літній період, тоді як у роки з несприятливими – впродовж зимового періоду. Така залежність характерна для обох попередників та всіх різновікових посівів пшениці озимої.

Список літератури:

1. Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Рослиництво. Київ : Аграрна освіта, 2001. 591 с.
2. Литвиненко М. А., Лифенко С. П. Вплив строків сівби та сублетальних зимових температур на виживаність та врожайність озимої пшениці. *Вісник аграрної науки*. 2004. № 5. С. 27–31.
3. Вінниченко О. М., Більчук В. С., Філонік І. О., Хромих Н. О., Шупранова Л. В., Богуславська Л. В., Замооруєва Л. Ф. Фізіолого-біохімічні аспекти адаптації сільськогосподарських рослин до комплексної дії абіотичних факторів середовища. Дніпропетровськ : Нова ідеологія, 2011. 224 с.
4. Николаев Е. В., Изотов А. М. Пшеница в Крыму. Симферополь, 2001. 287 с.
5. Мостіпан М. І. Особливості водовитрачання та урожайності різновікових посівів озимої пшениці в північному Степу України. *Збірник наукових праць Подільського державного агротехнічного університету*. 2006. Вип. 14. С. 46–51.
6. Пикущ Г. Р. Некоторые особенности биологии кущения озимой пшеницы. *Повышение продуктивности озимой пшеницы*. 1980. С. 22–29.
7. Мостіпан М. І. Реакція пшениці озимої на час припинення осінньої вегетації в північному Степу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 1(24). С. 116–124.
8. Mostipan M. I., Mytsenko V. I. Water availability of winter crops and their productivity in the Northern Steppe of Ukraine. *New stages of development of modern science in Ukraine and Eu countries*. Riga: Publishing House “Baltija Publishing”, 2019. P. 145–165.
9. Mostipan M., Vasytkovska K., Andriienko O., Kovalov M., Umyrkhin N. Productivity of winter wheat in the northern Steppe of Ukraine depending on weather conditions in the early spring period. *Agronomy Research*. 2021. 19(X). P. 562–573.
10. Мостіпан М. І. Вплив волого забезпечення посівів озимої пшениці на їх врожайність у північному Степу України. *Теоретичні засади розвитку аграрної галузі на сучасному етапі та впровадження їх у виробництво* : матеріали доповідей міжнародної наук.-практ. конф. (Миколаїв, 24–26 листопада 2015 р.). Миколаїв, 2015. С. 56–59.
11. Мостіпан М. І. Вологозабезпеченість посівів озимої пшениці у весняно-літній період вегетації та їх врожайність в північному Степу України. *Науковий збірник «Вісник Степу»*. 2017. № 14. С. 77–82.
12. Мостіпан М. І. Водовитрачання посівами озимої пшениці по чорному пару в північному Степу України. *Бюлетень інституту зернового господарства УААН*. 2005. № 26–27. С. 109–114.

References:

1. Zinchenko O. I., Salatenko V. N., Bilonozhko M. A. (2001) *Roslynnytstvo* [Plant growing]. Kyiv: Ahrarna osvita, 591 p. (in Ukrainian)
2. Lytvynenko M. A., Lyfenko S. P. (2004) Vplyv strokiv sivby ta subletalnykh zymovykh temperatur na vyzyhanist ta vrozhainist ozymoi pshenytsi [Influence of sowing dates and sublethal winter temperatures on survival and yield of winter wheat]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, no. 5, pp. 27–31. (in Ukrainian)

3. Vinnychenko O. M., Bilchuk V. S., Filonik I. O., Khromykh N. O., Shupranna L. V., Bohuslavskva L. V., Zamoruieva L. F. (2011) Fizioloho-biokhimichni aspekty adaptatsii silkohospodarskykh roslyn do kompleksnoi dii abiotychnykh faktoriv seredovyshcha [Physiological and biochemical aspects of adaptation of agricultural plants to the complex action of abiotic environmental factors]. Dnipropetrovsk: Nova ideolohiia. (in Ukrainian)
4. Nikolaev E. V., Izotov A. M. (2001) Pshenitsa v Kryimu [Wheat in Crimea]. Simferopol: Sonat, 287 p. (in Russian)
5. Mostipan M. I. (2006) Osoblyvosti vodovytrachannia ta urozhainist riznikovykh posiviv ozymoi pshenytsi v pivnichnomu Stepu Ukrainy [Peculiarities of water consumption and productivity of winter wheat crops of different ages in the northern Steppe of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats Podilskoho derzhavnoho ahrotekhnichnoho universytetu*, vol. 14, pp. 46–51. (in Ukrainian)
6. Pikush G. R. (1980) Nekotoryie osobennosti biologii kuscheniya ozymoy pshenytsyi [Some features of the tillering biology of winter wheat]. *Povyishenie produktivnosti ozymoy pshenytsyi*, pp. 22–29. (in Russian)
7. Mostipan M. I. (2019) Reaktsiia pshenytsi ozymoi na chas pryypynennia osinnoi vechetatsii v pivnichnomu Stepu Ukrainy [Reaction of winter wheat to the termination of autumn vegetation in the Northern Steppe of Ukraine]. *Visyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, no. 1(24), pp. 116–124. (in Ukrainian)
8. Mostipan M. I., Mytsenko V. I. (2019) Water availability of winter crops and their productivity in the Northern Steppe of Ukraine. *New stages of development of modern science in Ukraine and Eu countries*. Riga: Publishing House “Baltija Publishing”, pp.145–165.
9. Mostipan M., Vasytkovska 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*, vol. 19(X), pp. 562–573.
10. Mostipan M. I. (2015) Vplyv voloho zabezpechennia posiviv ozymoi pshe-nytsi na yikh vrozhainist u pivnichnomu Stepu Ukrainy [The influence of moisture supply of winter wheat crops on their yield in the Northern Steppe of Ukraine]. *Teoretychni zasady rozvytku ahrarnoi haluzi na suchasnomu etapi ta vprovadzhen- nia yikh u vyrobnytstvo: materialy dopovidei mizhnarodnoi nauk.-prakt. konf. (Mykolaiv, 24-26 lystopada 2015)*. Mykolaiv. (in Ukrainian)
11. Mostipan M. I. (2017) Volohozabezpechenist posiviv ozymoi pshenytsi u vesniano-litnii period vechetatsii ta yikh vrozhainist v pivnichnomu Stepu Ukrainy [Moisture availability of winter wheat crops in the spring-summer growing season and their yield in the Northern Steppe of Ukraine]. *Naukovyi zbirnyk “Visnyk Stepu”*, no. 14, pp.77–82. (in Ukrainian)
12. Mostipan M. I. (2005) Vodovytrachannia posivamy ozymoi pshenytsi po chornomu paru v pivnichnomu Stepu Ukrainy [Water use by sowing winter wheat in the northern Steppe of Ukraine]. *Biuletyn instytutu zernovoho hospodarstva UAAN*, no. 26-27, pp. 109–114. (in Ukrainian)