

## ПРОДУКТИВНІСТЬ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЮ В СТЕПОВІЙ ЗОНІ УКРАЇНИ В УМОВАХ ПОТЕПЛІННЯ КЛІМАТУ

Польовий А.М., Божко Л.Ю., Барсукова О.А., Колосовська В.В.  
Одеський державний екологічний університет  
вул. Львівська 15, 65016, м. Одеса  
[apolevoy@te.net.ua](mailto:apolevoy@te.net.ua), [bozko@i.ua](mailto:bozko@i.ua), [lena5933@ukr.net](mailto:lena5933@ukr.net), [v.kolosv@ukr.net](mailto:v.kolosv@ukr.net)

В статті наводяться результати оцінки агрокліматичних умов вирощування озимого ячменю в Степовій зоні України за потепління клімату. Для дослідження використовувались дані агрокліматичних довідників по кожній із областей Степової зони України за період 1986–2005рр (перший період) та дані щорічних агрометеорологічних спостережень цих же областей за період з 2000 по 2021 рр. (другий період). Дослідження виконувались у формі порівняння агрокліматичних показників розвитку і формування врожаїв озимого ячменю за ці два часових періоди.

Встановлено, що в період з 2000 по 2021 рр. середня температура повітря за весняно-літній період розвитку озимого ячменю підвищилася з 9,8 °С до 10,4 °С. Крім того, в другий період за весняно-літню вегетацію зменшилася кількість опадів на 35 % в порівнянні з першим періодом. Це призвело до зміни агрокліматичних показників впродовж всього польового періоду. Настання фаз розвитку раніше в другому періоді спричинило накопичення вищих сум температур впродовж всіх між фазних періодів. Крім того, підвищення сум температур за період від сходів до припинення вегетації озимого ячменю вище 550 °С сприяли подальшому утворенню пагонів, що в свою чергу спонукало рослини витратити накопичений у вузлі кушніння цукор, внаслідок чого значно погіршувалась морозостійкість культури через зменшення критичної температури вимерзання.

Потепління клімату взимку відзначається частими повторами періодів глибокого похолодання з тривалими відлигами, які супроводжуються навіть позитивними температурами в денні години. В результаті таких коливань у разі відсутності або незначної висоти снігового покриву спостерігається значне зрідження посівів озимого жита.

Потепління клімату спричинило зміну умов фотосинтетичної діяльності озимого ячменю. Агрокліматичні умови другого періоду сприяли підвищенню значень величин усіх показників фотосинтетичної діяльності. Зростання показників фотосинтетичної діяльності сприяло тому, що в другий період урожай зерна був в середньому вищий на 3–5 ц/га щорічно.

Продуктивність озимого ячменю є функцією багатьох перемінних як у період з 1986 по 2005, так і у період з 2000 по 2021 рр. В другий період зростає залежність продуктивності озимого ячменю від умов волого забезпечення весняно-літнього періоду вегетації. *Ключові слова:* озимий ячмінь, клімат, вегетаційний період, температура, опади, вологозабезпеченість, урожай.

### **Productivity of winter barley in the steppe zone of Ukraine in the conditions of climate warming. Polevoy A., Bozhko L., Barsukova E., Kolosovska V.**

This article presents the results of assessment of agroclimatic conditions for growing winter barley in the steppe zone of Ukraine during global warming. The study is based on data from agroclimatic reference books for each of the regions of the Steppe zone of Ukraine for the period of 1986–2005 (first period) and data from annual agrometeorological observations of the same areas for the period from 2000 to 2021 (second period). The research was performed in form of comparing agroclimatic indicators of development and formation of winter barley yields during these two time periods.

This article established that in the period from 2000 to 2021 average air temperature during the spring-summer period of winter barley development increased from 9.8 °C to 10.4 °C. Besides, in the second period during the spring-summer vegetation the amount of precipitation decreased by 35% compared to the first period. This led to a change in agroclimatic indicators throughout the field period. Starting of developmental phases earlier in the second period led to the accumulation of higher sums of temperatures during all inter-phase periods. In addition, increased by 550 °C sums of temperatures during the period from germination to the cessation of winter barley vegetation contributed to the further formation of shoots, which in turn encouraged plants to consume sugar accumulated in the tillering site, which significantly worsened frost resistance due to the decrease of critical freezing temperature.

Climate warming in winter is marked by frequent occurrences of periods of deep cooling with prolonged thaws, which could be even accompanied by positive temperatures during the day. As a result of such fluctuations in the absence or insignificant height of snow cover there is a significant liquefaction of winter rye crops.

The productivity of winter barley is a function of many variables in both periods from 1986 to 2005 and from 2000 to 2021. In the second period, the dependence of winter barley productivity on the conditions of moisture supply in the spring-summer growing season is increased. *Key words:* winter barley, climate, vegetation period, temperature, precipitation, moisture supply, harvest.

**Постановка проблеми.** Озимий ячмінь на відміну від ярого ячменю при нормальній перезимівлі є більш урожайним, досягає раніше на 10–16 днів, що дає змогу поліпшити забезпечення тварин концентратами у період літнього вичерпання минулорічних резервів зерна. Врожайність сортів озимого ячменю є головним показником для більш інтенсивного поширення його

в сільськогосподарське виробництво. Врожайність зерна та його якість формуються під впливом складного комплексу умов і залежать від таких факторів як технологія вирощування, гідротермічний режим та стійкість рослин до несприятливих погодних умов.

Зерно озимого ячменю має важливе господарське значення при виробництві круп, а також у пивоварній

промисловості. Солому і полову використовують у тваринництві. Також його вирощують у зеленому конвєсері. Цінність озимого ячменю полягає ще й тому, що він добре родить у регіонах з прохолодним, вологим кліматом, де кукурудзу чи сою не вирощують або вони дають в таких умовах значно менший урожай [1].

Озимий ячмінь добре витримує високі літні температури, мало потерпає у дні тривалої спеки, відзначається стійкістю до посухи. Цінність ячменю полягає ще й тому, що він добре родить у регіонах з прохолодним, вологим кліматом, де інші культури не вирощують або вони дають в таких умовах значно менший урожай. Проте, серед озимих культур, озимий ячмінь є найменш морозостійким. Його стійкість проти низьких температур та інших несприятливих умов зимівлі при ранніх строках сівби сильно зменшується [1, 2]. Крім того, на озимий ячмінь негативно впливає різка зміна температур у зимовий і ранньовесняний періоди. Саме це відбувається під впливом змін клімату, поглибшуватимуться такі явища як різкі коливання періодів підвищеної температури повітря, зменшення опадів та поглиблення різкого зниження температури повітря в зимовий період [3]. Зміни клімату спричиняють зміну агрокліматичних умов росту, розвитку і формування продуктивності всіх сільськогосподарських культур і в тому числі і озимого ячменю. Це в свою чергу спонукає здійснювати пошуки чинників підвищення ефективності сільського господарства. А науково обґрунтоване розміщення посівних площ сільськогосподарських культур з врахуванням кліматичних змін, адаптація рослинництва до цих змін, є одним із таких чинників. В цьому і полягає актуальність дослідження.

**Зв'язок авторського доробку з важливими науковими та практичними завданнями.** Тема дослідження відповідає основним напрямкам розвитку Агропромислового комплексу України в сучасних умовах, а саме: підвищити продуктивність усіх сільськогосподарських культур. Тема дослідження також відповідає основним напрямкам наукових досліджень кафедри агрометеорології і агроєкології Одеського державного екологічного університету.»

**Аналіз останніх досліджень.** Озимий ячмінь через низьку морозостійкість має менше розповсюдження ніж ярий ячмінь. Тому він більше поширений у регіонах з теплими зимами. Північна межа вирощування озимого ячменю в Україні проходить через Львівську, Тернопільську, Вінницьку, Луганську області. Головні посівні масиви озимого ячменю зосереджені в областях Степової зони України. Він пошкоджується навіть при температурах  $-12, -13^{\circ}\text{C}$ , якщо температури тривають довго. Дуже шкодять ячменю глибокі зимові відлиги і ранньовесняні похолодання, позаяк при настанні теплих днів він швидко починає відростати. Враховуючи його переваги у врожайності над ярим ячменем досить поши-

рені дослідження з питань підвищення морозостійкості культури [4, 5, 6, 7].

Озимий ячмінь чутливий до строків сівби. При ранній сівбі ще восени він може виходити в трубку, після чого морозо- і зимостійкість різко знижується. Для озимого ячменю оптимальні терміни сівби в степовій зоні – кінець сівби озимої пшениці. Для різних регіонів строки сівби відрізняються і коливаються від 20 чисел вересня до середини жовтня. В дослідженнях [8, 9, 10]. звертається увага на те, що висівати озимий ячмінь треба в такий термін, щоб на кожній рослині утворилось не більше 4–5 пагонів

На весні озимий ячмінь в індивідуальному розвитку, як свідчать дослідження [11, 12, 13]. проходить такі самі технологічні фази і етапи органогенезу, як і інші хлібні озимі культури. Тривалість фенологічних фаз у нього коротша. Тому і загальний період вегетації коротший. Озимий ячмінь на 9–10 днів досягає раніше озимої пшениці і на 12–14 днів раніше ярого ячменю.

Є дослідження, які присвячені технології вирощування ячменю та використанню добрив [14, 15]. Встановлено що озимий ячмінь дуже відгукується на внесення органічних і мінеральних добрив та їх післядію Норми добрив розраховують балансовим методом, як описано для озимої пшениці та тритикале, або користуються середніми рекомендованими, які уточнюють через поправочні коефіцієнти на забезпеченість ґрунту елементами живлення. безпосередньо під ячмінь органічні добрива не вносять, вносять під попередник. Під ячмінь у південних регіонах після кращих попередників середніми дозами є  $N_{40} P_{40} K_{40}$ , після гірших –  $N_{60} P_{60} K_{60}$ . Фосфорно-калійні добрива вносять під основний обробіток ґрунту та в рядки під час сівби, азотні – окремими дозами: після гірших попередників  $N_{30}$  під передпосівну культивуацію, останню кількість в ранньовесняне підживлення, по кращих – у весняному підживленні.

Багато досліджень присвячено питанням впливу погоди та умов навколишнього середовища на формування врожаю ячменю [16, 17, 18], оцінці продуктивності ячменю в різних агроєкологічних умовах та розробці методів прогнозування величини врожаю з різною завчасністю [19, 20, 21]. Дослідження науковців за кордоном присвячені питанням підвищення морозостійкості ячменю, підвищенню стійкості рослин до поширених хвороб та шкідників [22–26].

**Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття.** Важливе наукове і практичне значення для підвищення продуктивності сільськогосподарських культур має врахування кліматичних особливостей території вирощування. При цьому головним є визначення агрокліматичних ресурсів та їх відповідність вимогам культури до навколишнього середовища. Наприкінці минулого та почату поточного століття відзначається значне потепління клімату, яке спричинило зміну агрокліматичних умов

розвитку та формування продуктивності усіх сільськогосподарських культур. Дослідженням впливу зміни погодних умов на формування врожайності сільськогосподарських культур в останні роки присвячена науково дослідна тематика кафедри агрометеорології та агроекології Одеського державного екологічного університету.

**Метою дослідження** є оцінка агрокліматичних умов вирощування озимого ячменю в Степовій зоні України за потепління клімату. Для дослідження використовувались дані агрокліматичних довідників по кожній із областей Степової зони України за період 1986–2005 рр. (перший період) та дані щорічних агрометеорологічних спостережень цих же областей за період з 2000 по 2021 рр. (другий період). Дослідження виконувались у формі порівняння агрокліматичних показників розвитку і формування врожаїв озимого ячменю за ці два часових періоди.

**Методологічне або загальнонаукове значення.**

Як відзначається у [3] наприкінці минулого та початку нового століття спостерігалось значне потепління клімату, яке призвело до зміни умов росту, розвитку та формування продуктивності сільськогосподарських культур. Не дивлячись на те, що тепер підвищуються можливості активного втручання в процес вирощування шляхом правильного вибору ділянки і проведення в оптимальні строки агротехнічних заходів, успіх культури озимого ячменю значно залежить від погодних умов. Кращим доказом є відхилення врожайності по рокам від основної тенденції, а також отримання рекордних та мінімальних врожаїв. На основі досвіду вирощування озимого ячменю і результатів спостережень за погодними умовами є можливість оцінити вплив погоди на формування врожаю озимого ячменю. Порівняння дат настання фаз розвитку озимого ячменю та агрокліматичних показників розвитку озимого ячменю показує, що осінні фази розвитку озимого ячменю в другий період змістились на більш пізні терміни на 4–6 днів, фази розвитку у весняно-літній вегетації наставали раніше, також в середньому на 4–6 днів раніше, ніж у перший період. Дозрівання озимого ячменю наставало на 10 днів раніше усіх інших озимих і ярих зернових культур.

Зміна дат настання фаз розвитку озимого ячменю в період з 2000 по 2021 рр. спричинила зміну агрокліматичних показників впродовж всього польового періоду (сівба – збирання врожаю). Настання фаз розвитку раніше в другому періоді спричинило накопичення вищих сум температур впродовж всіх між фазних періодів.

Слід зазначити, що згідно з [6] підвищення сум температур за період від сходів до припинення вегетації озимого ячменю вище 550 °C спричиняє подальше утворення пагонів більше 5, що в свою чергу спонукає рослини витратити накопичений у вузлі куштиння цукор, внаслідок чого значно погір-

шується морозостійкість культури через зменшення критичної температури вимерзання. Добре загартовані рослини озимого жита мають критичну температуру вимерзання –13, –15 °C. Критична температура вимерзання перерослих восени прілин становить не вище –10, –11 °C. Потепління клімату взимку відзначається частими повторами періодів глибокого похолодання з тривалими відлигами, які супроводжуються навіть позитивними температурами в денні години [3]. В результаті таких коливань у разі відсутності або незначної висоти снігового покриву спостерігається значне зрідження посівів озимого жита через вимерзання рослин.

Після відновлення вегетації озимого ячменю до колосіння в другий період спостерігалось незначне зниження температури повітря в порівнянні з першим періодом. Це пояснюється тим, що за більш ранніх термінів відновлення вегетації середній рівень температури повітря спостерігався дещо нижчим, ніж в перший період.

В другий досліджуваний період розподіл сум опадів був таким, що від відновлення вегетації до колосіння загальна сума опадів була вищою, ніж в перший період, але вже після настання колосіння сума опадів до кінця вегетації становила всього 43 мм, тоді як в перший період ця сума становила 78 мм (табл. 1). В цілому за весняно-літній період сума опадів становила в другий період лише 65 % від середньої суми за перший період. Це спричинило погіршення умов волого забезпечення рослин починаючи з дати колосіння в другий період і зумовило підвищення посушливості умов формування врожаю. Але слід зазначити, що згідно з [8] рослини озимого ячменю досить ефективно використовують вологу, накопичену за холодний період і зростання посушливості меншою мірою впливало на величину врожаїв культури, тому вони майже завжди вищі, ніж врожаї ярого ячменю.

В період від колосіння до збирання озимого ячменю випадіння дощів з загальною кількістю вище середньої норми наприкінці травня і в червні спричиняє небезпечне полягання рослин, яке ускладнює збирання і зменшує врожай через втрати зерна.

Нестача опадів у цей період насамперед на територіях, де було мало опадів взимку та на весну не накопичується достатньо вологи виникає водний дефіцит, що в період наливу зерна має негативний вплив на виповненість зерна, і тим самим зменшує врожай озимого ячменю.

Потепління клімату спричинило зміну умов формування продуктивності озимого ячменю. Були порівняні показники фотосинтетичної продуктивності посівів озимого ячменю (розміри листової поверхні, фотосинтетичний потенціал посівів, чиста продуктивність, урожай загальної біомаси, тощо) за періоди 1986–2005 та 2000–2021 рр. (табл. 2, рис. 1).

Таблиця 1

**Агрокліматичні умови вирощування озимого ячменю в осінньо-зимовий період**

Період	Період посів – припинення вегетації			Період перезимівлі			
	сума температур від дати посіву, °	середня температура, °	сума опадів, мм	сума від’ємних температур, °	середня температура найхолоднішої декади	мін тем-ра ґрунту на глибині вузла кушіння	сума опадів, мм
1986–2005	454	9,6	85	-75	-1,3	-4,4	108
2000–2021	550	10,4	74	-31	0,3	-0,5	90
Різниця	-4	+0,9	-11	44	+3,6	-3,9	-18

a)

Період	Період відновлення вегетації – колосіння			Період колосіння – воскова стиглість			Період відновлення вегетації – воскова стиглість		
	середня температура, °	сума температур, С	сума опадів, мм	середня температура, °	сума температур, С	сума опадів, мм	середня температура, °	сума температур, С	сума опадів, мм
1986–2005	10,1	616	81	19,3	702	78	13,3	1448	159
2000–2021	9,8	624	94	19,7	745	43	13,9	1470	135
Різниця	-0,3	+8	+13	0,3	43	-44	0,6	28	-24

b)

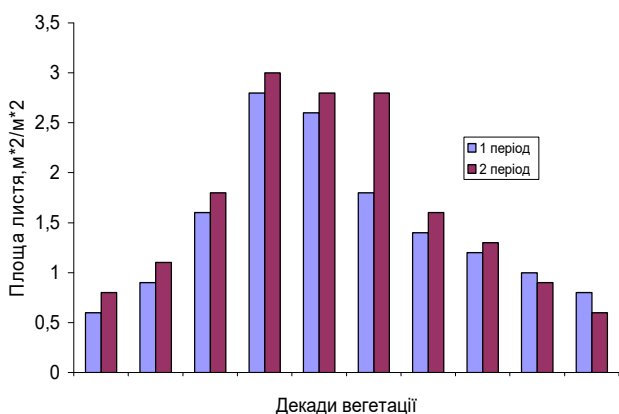


Рис. 1. Порівняльна характеристика динаміки наростання площі листя озимого ячменю

Як видно із рисунка наростання площі листя у весняно-літній період щодакади було вищим у другий період впродовж всієї вегетації, що сприяло підвищенню значень величин усіх показників фотосинтетичної діяльності (табл. 2). Зростання показників фотосинтетичної діяльності сприяло тому, що в другий період урожай зерна був в середньому вищий на 3–5 ц/га щорічно.

Для Степової зони України, яка характеризується доброю забезпеченістю теплом та світлом і нестачею зволоження, важливу роль у формуванні врожаїв озимого ячменю відіграють опади у будь-який період розвитку, а особливо в період формування репродуктивних органів.

Для виявлення чинника, найбільш впливового на формування врожаю озимого ячменю в обидва досліджувані періоди були проаналізовані агрометеорологічні показники в роки з високими і низькими врожаєми за весняно-літній період вегетації;  $t$  – мінімальна температура ґрунту на глибині вузла кушіння за лютий;  $m$  – густота посівів у фазу колосіння;  $K$  – кількість колосків у колосі;  $W$  – середні запаси вологи у шарі 0–100 см від 3-го листка до появи нижнього вузла соломини;  $V$  – вологозабезпеченість вегетаційного періоду;  $ГТК$  – за період вегетації; сума опадів за різні між фазні періоди –  $X_1$ ;  $X_2$  – відповідно сума опадів за період від відновлення вегетації до колосіння, та сума опадів від колосіння до воскової стиглості –  $X_3$ .

Аналіз вологозабезпеченості посівів, який виконувався за даними запасів продуктивної вологи,  $ГТК$  та сум опадів показав, що в більшості років воло-

Таблиця 2

**Порівняння динаміки показників фотосинтетичної продуктивності озимого ячменю за два періоди (1986–2005, 2000–2021 рр.).**

Період	Площа листя після колосіння, м²/м²	Чиста продуктивність фотосинтезу, (г/м²·дек)	Суха біомаса, г/м³	Фотосинтетичний потенціал, м²/м²
1986–2005 рр.	2,0	8,6	476,0	90,0
2000–2021 рр.	2,3	8,9	492,0	96,0
Різниця	0,3	0,3	16,0	6,0



гозабезпеченість посівів в цілому за перший період була вищою, ніж в період з 2000 по 2021 рр., але теж недостатня, особливо наприкінці вегетаційного періоду, коли запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–100 см зменшувались в перший період до 60–70 мм, в другий період до 40–59 мм. Для виявлення впливу умов вирощування на формування врожаїв озимого ячменю були розраховані статистичні залежності врожаїв від різних елементів та їх комплексу (табл. 3).

Аналіз статистичних залежностей дозволяє зробити висновок, що високі температури повітря в період від колосіння до дозрівання зерна спричиняють «захват» і «запал» зерна.

Високі значення коефіцієнтів кореляції свідчать про те, що продуктивність рослин є функцією багатьох перемінних. Крім того, високі значення парних коефіцієнтів кореляції врожайності із агрометеорологічними показниками та показниками елементів продуктивності на дату колосіння дозволили одержати багатофакторне статистичне рівняння залежності врожаїв озимого ячменю від комплексу агрометеорологічних величин

$$Y = -0,31 W_3 + 0,86 h + 0,92K - 0,86 T + 13,3, \quad (6)$$

де  $W_3$  – запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту на дату колосіння, мм;  $h$  – висота рослин на дату колосіння, см;  $K$  – кількість колосків у колосі;  $T$  – середня температура повітря за період від виходу у трубку до колосіння.

Отримана багатофакторна залежність врожаю озимого ячменю від різних агрометеорологічних показників характеризується високим значенням множинного коефіцієнту регресії  $R = 0,86$ ;  $S_y = 1,8$  ц/га.

**Головні висновки.** Порівняння агрокліматичних умов вирощування озимого ячменю в Степовій зоні України шляхом порівняння умов вирощування за два кліматичні періоди: 1986–2005 рр, та 2000–2021 рр. дозволяють зробити такі висновки:

1. Зміна дат настання фаз розвитку озимого ячменю в період з 2000 по 2021 рр. спричинила зміну агрокліматичних показників впродовж всього польового періоду. Настання фаз розвитку раніше в дру-

гому періоді спричинило накопичення вищих сум температур впродовж всіх між фазних періодів. Крім того, підвищення сум температур за період від сходів до припинення вегетації озимого ячменю вище  $550^\circ\text{C}$  спричинили подальше утворення пагонів, що в свою чергу спонукає рослини витратити накопичений у вузлі куштиння цукор, внаслідок чого значно погіршується морозостійкість культури через зменшення критичної температури вимерзання.

2. Потепління клімату взимку відзначається частими повторами періодів глибокого похолодання з тривалими відлигами, які супроводжуються навіть позитивними температурами в денні години. В результаті таких коливань у разі відсутності або незначної висоти снігового покриву спостерігається значне зрідження посівів озимого жита через вимерзання рослин.

3. За весняно-літню вегетацію сума опадів в другий період становила лише 65 % від середньої суми за перший період. Це спричинило погіршення умов волого забезпечення рослин починаючи з дати колосіння в другий період і зумовило підвищення посушливості умов формування врожаю.

4. Потепління клімату спричинило зміну умов фотосинтетичної діяльності озимого ячменю. Агрокліматичні умови другого періоду сприяли підвищенню значень величин усіх показників фотосинтетичної діяльності. Зростання показників фотосинтетичної діяльності сприяло тому, що в другий період урожай зерна був в середньому вищий на 3–5 ц/га щорічно.

5. Продуктивність озимого ячменю є функцією багатьох перемінних як у період з 1986 по 2005, так і у період з 2000 по 2021 рр. В другий період зростає залежність продуктивності озимого ячменю від умов волого забезпечення весняно-літнього періоду вегетації.

**Перспективи використання результатів досліджень.** Отримані дослідження можуть бути використані при розробці методів прогнозування термінів сівби озимого ячменю в осінній період, стану озимого ячменю на момент відновлення вегетації та розробки методів прогнозів врожаїв зерна з різною завчасністю.

Таблиця 3

**Статистичні залежності врожаїв озимого ячменю від агрометеорологічних показників**

№ п/п	Показник	Рівняння	Коефіцієнт кореляції
1	Сума опадів за період відновлення вегетації – колосіння	$Y = 0,56X_1 + 0,96$ (1)	$0,76 \pm 0,01$
2	Вологозабезпеченість за період відновлення вегетації – колосіння	$Y = 0,345U + 14,063$ (2)	$0,72 \pm 0,02$
3	Середня температура повітря за період колосіння – воскова стиглість	$Y = -2,09t + 69,0$ (3)	$0,49 \pm 0,01$
4	Густина рослин на дату колосіння	$Y = -0,065 m + 58,8$ (4)	$0,56 \pm 0,01$
5	Кількість колосків у колосі	$Y = 0,97K - 11,46$ (5)	$0,72 \pm 0,02$

## Література

1. Растениеводство : 5-е изд., перераб. и доп. / Вавилов П.П. и др.; под ред. П.П. Вавилова. Москва : Агропромиздат, 1986. 512 с.
2. Коломейченко В.В. Растениеводство : учебник. Москва : Агробизнесцентр, 2007. 600 с. ISBN 978-5-902792-11-6.
3. Кліматичні ризики функціонування галузей економіки України в умовах зміни клімату / під ред. Степаненка С.М., Польового А.М. Одеса : ТЕС, 2018. 541 с.
4. Полтарев Е.М. Зимостойкость озимого ячменя в условиях левобережной Лесостепи УССР. *Селекция и семеноводство*. Киев. 1975. Вып. 29. С. 8–13.
5. Личикаки В.М. Перезимовка озимых культур. Москва : Колос, 1974. 196 с.
6. Основы технологии сельскохозяйственного производства. *Земледелие и растениеводство*. / под ред. В.С. Никляева. Минск : Былина. 2000. 555 с.
7. Моисейчик В.А. Агрометеорологические условия и перезимовка озимых культур. Ленинград : Гидрометеоздат, 1975. 295 с.
8. Филиппов Е.Г. Особенности технологии возделывания озимого ячменя в зоне недостаточного и неустойчивого увлажнения Северного Кавказа : сборник научных трудов. ВНИИСЗК. зерноград, 2002. 348 с.
9. Филиппов Е.Г., Христе П. Изменения в динамике азота в почвенном растворе в зависимости от сроков посева на торфяно-болотных почвах / *Почвоведение и агрохимия*. 1977. № 1. С. 51–53.
10. Зондзе З. К., Полевая Л.И. О целесообразности сева озимых культур при различных условиях увлажнения. / *Труды ВНИИСХМ*, 1987, Вып. 22. С. 110–118.
11. Солтинський В.П. Зернові колосові культури. Київ : Урожай. 1997. 389 с.
12. Пенчев П. Влияние на някои агротехнически фактори върху ко бива и качеството на зърното от зимния ечемик, сорт Пъезант : сб. надокл. и рез. от юбил. науч. сес. на тема « Устойчивото земледелие в условията на перехода към напреднала икономика », 1995. Т. 4, С. 169–172.
13. Дмитренко В.П. Погода, клімат і врожай польових культур. Київ. Ніка – Центр, 2010. 618 с.
14. Федосеев А.П. Агротехника и погода. Ленинград : Гидрометеоздат, 1979. 239 с.
15. Федосеев А.П. Погода и эффективность удобрений. Ленинград : Гидрометеоздат, 1985. 144 с.
16. Паламарчук В.Д. і ін. Біологія та екологія сільськогосподарських рослин : монографія. Вінниця. 2013. 724 с.
17. Устинова О.К., Пилипюк В.К., Седов Г.И., Филенко Е.А. Оптимизация технологии возделывания ячменя и картофеля с учетом агрометеорологических условий хозяйств / *Труды ВНИИСХМ*. 1987. Вып. 22. С. 99–110.
18. Витченко А.Н. Оценка продуктивности сельскохозяйственных культур для целей рационального природопользования. *Почвенно-земельные ресурсы: оценка, устойчивое использование, геоинформационное обеспечение* : материалы междунар. науч.-практ. конф. 6–8 июня. Минск, БГУ, 2012. С. 43–45.
19. Барсукова О.А. Агрокліматична оцінка продуктивності ярого ячменю на Україні / *Вісник Одеського державного екологічного університету*. Одеса. Вид. «ТЕС», 2007. № 4. С. 213–218.
20. Полевой А.Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов. Ленинград : Гидрометеоздат. 1988. 319 с.
21. Полевой А.Н. Базовая модель оценки агроклиматических ресурсов формирования продуктивности сельскохозяйственных культур / *Метеорология, климатология и гидрология*. 2004. Вып. 48. С. 195–205.
22. Тоооминг Х.Г. Экологические принципы максимальной продуктивности посевов. Ленинград : Гидрометеоздат, 1984. 264 с.
23. Kretschmer, J. Bodentemperatur, Bockungsnotentiefe und Überwinterung von Vertride / *Z. Acker – Pflanzenbau*. 1967. Bd. 126, № 3. P. 227–256.
24. Kunhardt, H. (Hrsg.) Sorten- und Saatgutrecht. 6. Aufl. *Agrimedia im Verlag Alfred Strothe*. 1996. S. 294.
25. Kranz, L., Aust, H. Schaften als epideiologische Eingluggosse beim Gerstenmehltau / *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*. 1979. № 86, 9/10. S. 533–545.
26. Lelong, C. Qualife der orges pour Falimentation animale / *Produkteur agr. franc*. 1980. № 56, 262. P. 27–28.
27. Weibel, R.O., Pendleton, J.W. Effect of artificial lodging on winter wheat grain yield and quality / *Agronom. J.*
28. Weibel, R. O., Pendleton, J. W. Effect of artificial lodging on winter wheat grain yield and quality. *Agronomy Journal Madis*. 1964. 56, 487–488.