

**Полтавське відділення Академії наук
технологічної кібернетики України**

**ВІДНОВЛЕННЯ ПРИРОДНО-РЕСУРСНОГО
ПОТЕНЦІАЛУ ТА СТІЙКОСТІ ЕКОСИСТЕМ**

Колективна монографія

Полтава – 2023

УДК 502.171/.174:574.4(477.53)

В-42

Рецензенти:

Г. Ф. Кожушко, доктор технічних наук, доцент, професор кафедри автоматичної, електроніки та телекомунікацій Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Т. В. Сахно, доктор хімічних наук, старший науковий співробітник, професор кафедри біотехнології та хімії Полтавського державного аграрного університету

І. В. Черевко, доктор економічних наук, професор, професор кафедри економіки Львівського національного університету природокористування

Рекомендовано до друку рішенням вченої ради Полтавським відділенням Академії наук технологічної кібернетики України (протокол № 8 від 02.11.2023 р.)

В-42 Відновлення природно-ресурсного потенціалу та стійкості екосистем : колективна монографія ; за заг. ред. Т. О. Чайки. Полтава : Видавництво ПП «Астрая», 2023. 308 с.

У колективній монографії з позицій міждисциплінарного підходу викладено результати досліджень щодо місця та розвитку природно-ресурсного потенціалу в забезпеченні стійкості екосистем. Розглянуто питання щодо сучасного стану та напрямів забезпечення відновлення природно-ресурсного потенціалу територій. Розкрито напрямки вдосконалення заходів і технологій відновлення природно-ресурсного потенціалу регіонів. Наведено питання ефективного моніторингу та управління відновленням природно-ресурсного потенціалу. Досліджено напрями відновлення природно-ресурсного потенціалу заради стійкості екосистем в Україні у післявоєнний період.

Розраховано на науковців, викладачів, керівників і спеціалістів органів державного управління, фахівців агроформувань, аспірантів, студентів і всіх, хто цікавиться питаннями щодо відновлення природно-ресурсного потенціалу та стійкості екосистем.

ISBN 978-617-8231-31-6

Автори вміщених матеріалів висловлюють власну думку, яка не завжди збігається з позицією редакції. За зміст матеріалів відповідальність несуть автори.

© Колектив авторів, 2023

Ступінь сприятливості метеорологічних умов обробітку культури характеризує співвідношення ММВ і ПВ. Сприятливість ґрунтових умов відображає ставлення ДМВ і ММВ.

Описуючи ступінь сприятливості кліматичних умов (СВУ) гречки, з досліджень видно, що значення становить 0,661 відн. од.

Співвідношення УВ та ММВ встановлює ефективність використання агрокліматичних ресурсів. Якщо це співвідношення розраховане за середніми багаторічними даними, то воно відображає ефективність використання агрокліматичних ресурсів.

Розглядаючи оцінку рівня використання агрокліматичних ресурсів (C_0) для гречки, з розрахунків бачимо, що високий рівень C_0 становить 0,384 відн. од.

Рівень реалізації агроекологічного потенціалу характеризує величину УВ віднесена до ПВ. Надаючи оцінку рівня реалізації агроекологічного потенціалу (C_d) для гречки, можна сказати, що високий рівень C_d складає 0,314 відн. од. Житомирській області.

При реальних ґрунтових умовах співвідношення УВ та ДМВ можна розглядати як показник досконалої агротехнології. Переходячи до опису оцінки культури землеробства (C_a) для гречки, ми бачимо, що рівень C_a становить 0,643 відн. од.

Можна зробити такий висновок, що на території Житомирської області при високій та середньої ефективності використання агрокліматичних ресурсів можна отримувати найбільш високі рівні врожаю у виробництві.

2.6. Оцінка зміни агрокліматичних умов росту та формування продуктивності озимого ячменю у зв'язку зі зміною клімату

*Польовий А. М., Барсукова О. А., Чередниченко Ю. А.
Одеський державний екологічний університет*

Ячмінь – одна з найпоширеніших культур у світі, що за розмірами посівних площ поступається лише пшениці, кукурудзі та рису. Зерно використовують для продовольчих, технічних, кормових цілей. Одним із важливих показників порівняльної оцінки ефективності його вирощування в різних країнах світу є рівень середньої врожайності ячменю. В Україні він становить 3,21–3,41 т/га, порівняно з європейськими країнами потенціал можливого зростання врожайності ячменю в перспективі становить до 150 % [139].

¹³⁹ Кернасюк Ю. Ринок ячменю: потенціал розвитку. *Пропозиція*. 2017. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichni-hektar/item/7950-rynok-iachmeniupotentsial-rozvytku.html>.

За своїми біологічними властивостями ячмінь озимий найбільш повно відповідає посушливим умовам, добре використовує осінньо-зимові та весняні запаси вологи ґрунту, завдяки чому забезпечує більш високу врожайність зерна (в середньому на 10–12 ц/га) ніж ячмінь ярий [140]. Порівняно з озимою пшеницею, ячмінь озимий має на 1,5–2 тижні коротший період вегетації, який від початку відновлення росту та розвитку весною до повної стиглості зерна займає 90–103 діб, що дозволяє йому уникнути негативного впливу посухи [141].

Вважається, що ячмінь – одна з найбільш посухостійких культур. Причому, на удобрених полях він зменшує витрати вологи на формування врожаю на 20–30 %. Критичним періодом для ячменю є фаза між виходом у трубку до колосіння, що збігається з інтенсивним ростом генеративних органів і стебел [142].

Головним фактором, який значно визначає врожайність ячменю озимого, є густина продуктивного стеблостою. Кущитися, тобто утворювати бічні пагони, ячмінь починає після появи третього справжнього листка. На енергію кушіння сильний вплив має тривалість кушіння, тобто час від фази сходів до виходу в трубку. Продовження фази кушіння сприяє утворенню більшої кількості бокових пагонів. Найкраще з елементів мінерального живлення сприяють процесу кушіння внесені разом азот і фосфор. Доведено, що під час унесення азотних добрив енергія кушіння ячменю може зростати удвічі і більше.

Під час вирощування ячменю озимого є високий ризик зниження врожайності внаслідок вилягання посівів. Одними з основних причин цього несприятливого явища є надмірна волога, надлишкове забезпечення мінеральними добривами чи інші несприятливі чинники. У рослин, що вилягли, погіршується фотосинтетична діяльність і, як наслідок, погіршується якість зерна, а також спостерігаються втрати під час обмолоту [143].

Зерно ячменю є цінним кормом для тварин, особливо у беконній відгодівлі свиней. До складу комбікормів вміщують 30–50 % подрібненого ячменю та у беконній відгодівлі – 60–70 % ячменю. В 1 кг зерна міститься 1,2 кормові одиниці і 100 г перетравного протеїну, а також до 16 % білку, майже 2 % жиру, 3 % золи та 62–65 % безазотистих екстрактивних речовин. Зерно краще збалансоване за амінокислотним складом, ніж зерно пшениці, кукурудзи та інших зернових культур. В 1 кг зерна міститься 5,5 г лізину, 1,7 г триптофану, 2 г метіоніну, 1,9 г цистину.

¹⁴⁰ Нетіс І. Т. Посухи та їх вплив на посіви озимої пшениці : монографія. Херсон : Айлант, 2008. С. 8–18.

¹⁴¹ Адаменко Т. І. Зміни агрокліматичних умов холодного періоду в Україні при глобальному потеплінні клімату. *Агроном.* 2006. № 34. С. 12–13.

¹⁴² Сучасні агротехнології застосування мінеральних добрив. *Аграрна наука* : [наук. інформбюл. завершених наукових розробок]. Київ, 2004. № 4. 14 с.

¹⁴³ Каленська С. М., Токар Б. Ю., Ташева Ю. В. Управління стійкістю рослин зернових культур до вилягання. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України.* 2016. № 210. Ч. 1. С. 22–30.

Тому за умов збільшення в раціонах ячмінної дерті чи висівков тварини швидко набирають масу і стають більш стійкими до несприятливих умов. Відомо, що у відгодівлі тварин на 1 кг приросту витрачається зерна ячменю 4–4,5 кг, а пшениці – 6–7,9 кг.

Якщо для нормальної годівлі тварин у білку ячменю не вистачає 20 % лізину, то в білку пшениці – 43 %. Ячмінь вирощують на зелений корм і сіно у сумішах з ярою викою, горохом, чиною, урожай яких досягає 250–300 ц/га. Солома ячменю використовується як грубий корм у тваринництві; 1 ц такого продукту прирівнюється до 36 к. од [144].

Крім того, зерно ячменю – цінна сировина для пивоваріння (крохмаль – 58–62%, екстрактивність – 72–82 %) та виробництва перлової і ячної круп.

Проте для пивоваріння має значення не вміст, а якість білка. Якщо в ньому багато сірки, то негативний вплив на якість пива не спостерігається. При малому вмісті білка в зерні, зокрема 7–8 %, пиво погано піниться, що знижує його споживчу якість.

Ячмінь використовують також для виготовлення борошна, сурогату кави, солодового екстракту, який широко застосовують в спиртовій, кондитерській та інших галузях легкої промисловості [145].

Ячмінь є важливим джерелом макро- і мікроелементів, необхідних у типовому харчуванні людини, і має інгібуючу дію на розвиток різних захворювань. Тому зерно ячменю вирощують в усьому світі завдяки своєму багатству функціональних інгредієнтів (білків, клітковини, вітамінів та природних біоактивних антиоксидантів (фенолів та ліпідів)). Поживні властивості ячменю сприяють профілактиці численних метаболічних розладів, надаючи антиоксидантну, антиканцерогенну, протизапальну, кардіо- та нейропротекторну дію. Загалом споживання ячменю в раціоні людини показало сприятливий вплив щодо запобігання розвитку хронічних захворювань [146]. Ячмінь може слугувати їжею, яка відповідає потребам дієти з низьким вмістом калорій, високим вмістом клітковини та багатою пробіотиками, що сприяло його внесенню до списку бажаних здорових продуктів [147].

В останні десятиліття продуктивність сортів ячменю зростає щорічно майже на 1–2 %, що пов'язано з: 1) прогресом генетичної селекції з точки зору підвищення продуктивності; 2) сорти стійкіші проти хвороб і шкідників; 3) покращені схеми удобрення; 4) вдосконалена технологія сільськогосподарського виробництва (збирання, зберігання

¹⁴⁴ Маслак О. Ринок ячменю: підсумки та перспективи. *Агробізнес сьогодні*. URL: <http://www.agro-business.com.ua/component/content/article/17-2010-06-11-12-52-32/846-2012-02-02-12-33-09.html>.

¹⁴⁵ Камінська В. В., Шморгун О. В., Дудка О. Ф. Особливості формування елементів продуктивності сортів ячменю ярого в північній частині Лісостепу. *Землеробство*. 2012. Вип. 84. С. 6.

¹⁴⁶ Lukinac J., Jukić M. Barley in the Production of Cereal-Based Products. *Plants*. 2022. Vol. 11 (24). 3519. URL: <https://doi.org/10.3390/plants11243519>.

¹⁴⁷ Barley: a potential cereal for producing healthy and functional foods / La Geng et al. *Food Quality and Safety*. 2022. Vol. 6. P. 1–13. doi: 10.1093/fqsafe/fyac012

тощо) загалом [148]. Сучасна сортова селекція спрямована на створення сортів з високою адаптивністю та пластичністю, щоб їх можна було успішно вирощувати в різноманітних середовищах.

Мета дослідження полягає в порівнянні агрокліматичних умов формування продуктивності озимого ячменю за різних змін клімату на період до 2050 р. Аналіз впливу змін клімату на режим агрокліматичних показників розвитку і формування продуктивності озимого ячменю в пункті спостереження Веселий Поділ Полтавської області виконувався шляхом порівняння середніх багаторічних величин продуктивності озимого ячменю, які визначені за фактичними спостереженнями за період 1986–2015 рр., та розрахованих показників в умовах змін клімату за кліматичним сценарієм RCP4.5 за період з 2024 по 2050 рр.

Сівба озимого ячменю починається за середніми багаторічними даними на початку квітня, а за сценаріями зміни клімату RCP4.5 сіяти будуть пізніше на 9 днів (табл. 1).

1. Агrometeorологічні умови вегетації озимого ячменю на пункті спостереження Веселий Поділ в порівнянні з умовами за сценаріями зміни клімату (за вегетаційний період)

Період, сценарій	Дата сівби	Середня температура повітря за період, °С	Сума опадів за період, мм	Сумарне випаровування за період (E), мм	Випаровуваність за період, (E ₀), мм	Відносна вологозабезпеченість (E/E ₀), відн.од.	Середній за період ГТК, відн. од.	Сума ФАР, кДж/см ² за період
1986–2015	03.04	15,0	157	205	311	0,66	1,18	92,1
RCP4.5								
2024–2050	12.04	15,1	143	194	340	0,57	1,24	108

Джерело: авторські дослідження.

Прихід фотосинтетичної активної радіації (ФАР) за вегетаційний період озимого ячменю за середніми багаторічними даними складає 92,1 кДж/см². За сценарієм RCP4.5 припускається збільшення приходу ФАР до 108 кДж/см². Це зумовить різницю в формуванні потенційної урожайності всієї сухої маси озимого ячменю (ПУ). При фактичних умовах потенційна врожайність становить 1831 ц/га, в той час як за сценарієм вона становитиме 2578 ц/га (табл. 2).

Середня температура повітря за вегетаційний період за середніми багаторічними даними становила 15,0 °С, а за сценарієм вона збільшиться тільки на 0,1 °С (табл. 1).

¹⁴⁸ Ullrich S. E. Barley : Production, Improvement and Uses. Blackwell Publishing Ltd. 2011. 656 p.

2. Формування урожаю озимого ячменю на пункті спостереження Веселий Поділ при середніх багаторічних умовах та в порівнянні з формуванням урожаю в умовах за сценаріями зміни клімату

Період, сценарій	Вся суха маса, г/м ²			Фотосинтетичний потенціал, м ² /м ² за період	Урожай озимого ячменю при його вологості 14 %, ц/га	Баланс гумусу, т/га
	потенційного урожаю	метеорологічно можливого урожаю	дійсно можливого урожаю			
1986–2015	1831	992	625	152	28,5	0,067
RCP4.5						
2024–2050	2578	1363	940	241	42,9	-0,022

Джерело: авторські дослідження.

За період відновлення вегетації – воскова стиглість озимого ячменю середня сума опадів складала 157 мм. За кліматичним сценарієм RCP4.5 помічається зменшення суми опадів на 9 % від середнього багаторічного показника та становить 143 мм.

Сумарне випаровування за кліматичним сценарієм RCP4.5 за період 2024–2050 рр. становить 194 мм, в той час як за середніми багаторічними показниками воно становить 205 мм.

За кліматичними сценаріями RCP4.5 випаровуваність від відновлення вегетації до повної стиглості озимого ячменю підвищиться на 8 % і буде складати 240 мм. За середніми багаторічними даними вона буде складати 311 мм.

За середніми багаторічними значеннями вологозабезпеченість посівів озимого ячменю за вегетаційний період складала 0,66 відн. од. За умов сценарію зміни клімату RCP4.5 за період 2024–2050 рр. вологозабезпеченість посівів ячменю знизиться до 0,57 відн. од.

Середній за вегетаційний період ГТК за середніми багаторічними даними 1986–2015 рр. становив 1,18 відн. од. За кліматичним сценарієм спостерігається збільшення ГТК до 1,24 відн. од. (на 3 % вище від середньої багаторічної величини).

Значення фотосинтетичного потенціалу (табл. 2) озимого ячменю при фактичних умовах становить 152 м²/м². За сценарієм RCP4.5 очікується збільшення фотосинтетичного потенціалу до 241 м²/м² (на 37 %).

Урожай маси озимого ячменю при середніх багаторічних умовах становить 28,5 ц/га. В очікуваних агрокліматичних умовах він буде значно вищий від фактичного середнього багаторічного, та складатиме 42,9 ц/га.

При реалізації сценарію RCP4.5 баланс гумусу в ґрунті під посівами очікується від'ємним (-0,022 т/га), а при фактичних середньо багаторічних він становитиме 0,067 т/га.

При даних середніх багаторічних агрокліматичних умовах рівень ММУ становитиме 992 ц/га всієї сухої рослинної маси, що значно менший, ніж рівень ММУ посівів при сценарних умовах (1363 ц/га). При фактичних умовах дійсно можливий урожай становить 625 ц/га, в той час як за сценарієм RCP4.5 він становитиме 940 ц/га (табл. 2).

Динаміка площі листя (рис. 1) проходить подібно формуванню площі листя при середніх багаторічних умовах, але спостерігаються коливання сценарних даних. За вегетаційний період озимого ячменю максимальна площа листя за сценарієм RCP4.5 за 2024–2050 рр. буде більшою на 0,10 м²/м² в порівнянні з середньою багаторічною величиною (4,48 м²/м²).

За сценарієм RCP4.5 агрокліматичні умови будуть більш сприятливими в порівнянні з умовами середніх багаторічних, що сприятиме формуванню більшої площі листя. Така динаміка площі листя та роботи фотосинтетичного апарату сформує досить високий фотосинтетичного потенціалу озимого ячменю за період відновлення вегетації – воскова стиглість.

Такі агрокліматичні умови фотосинтетичної діяльності озимого ячменю складають відповідний рівень метеорологічно-можливого урожаю (ММУ). Так за кліматичним сценарієм RCP4.5 рівень ММУ всієї сухої рослинної маси збільшується на 27 % від середнього багаторічного значення (табл. 2).

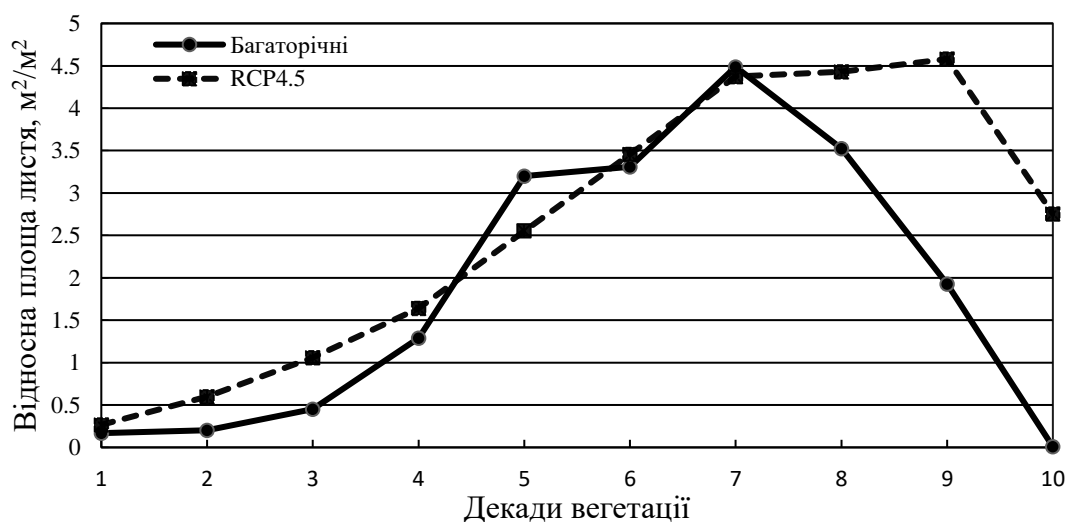


Рис. 1. Динаміка площі листя озимого ячменю за вегетаційний період в порівнянні середніх багаторічних та сценарних даних за 2024–2050 рр. на станції Веселий Поділ Полтавської області
Джерело: авторські дослідження.

На рисунку 2 представлений хід динаміки декадних приростів метеорологічної можливої урожайності (ММВ) озимого ячменю за

вегетаційний період в порівнянні середніх багаторічних та сценарних даних за 2024–2050 рр.

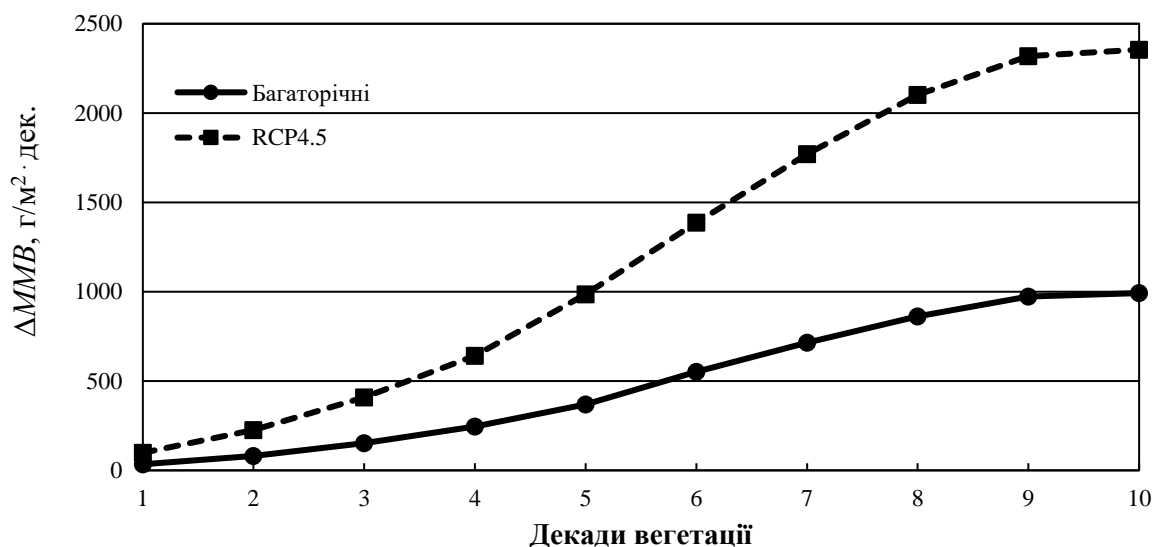


Рис. 2. Динаміка декадних приростів *ММВ* озимого ячменю за вегетаційний період в порівнянні середніх багаторічних та сценарних даних за 2024–2050 рр. на станції Веселий Поділ Полтавської області

Джерело: авторські дослідження.

Її динаміка буде подібна динаміці приростів метеорологічної можливої урожайності при середніх багаторічних даних, але рівень буде мати вищі показники.

На початку вегетаційного періоду прирости метеорологічної можливої урожайності коливатимуться від 34,2 г/м²·дек. до 64,2 г/м²·дек. відповідно. За вегетаційний період при середніх багаторічних умовах максимальна величина $\Delta\text{ММВ}$ становить 992,3 г/м²·дек., а для кліматичного сценарію періоду 2024–2050 рр. вона становить 1362,5 г/м²·дек, при чому для сценарію RCP4.5 вона буде вищою. До кінця вегетації рівень приростів *ММВ* підвищується та має значно різні показники.

Хід динаміки декадних приростів дійсно-можливої урожайності (*ДМВ*) озимого ячменю за вегетаційний період в порівнянні середніх багаторічних та сценарних даних за 2024–2050 рр. представлений на рис. 3. Її динаміка буде подібна динаміці приростів дійсно-можливої урожайності при середніх багаторічних даних, але рівень буде трохи вищим.

За вегетаційний період при середніх багаторічних умовах максимальна величина $\Delta\text{ДМВ}$ становить 115,5 г/м²·дек., а для кліматичного сценарію періоду 2011–2050 рр. вона коливається в межах 151–152 г/м²·дек, при чому для сценарію RCP4.5 вона буде дещо вищою. До кінця вегетації рівень приростів *ДМВ* знижується та має майже однакові показники. В кінці вегетаційного періоду прирости дійсно-можливої урожайності коливатимуться від 11,2 г/м²·дек. до 12,3 г/м²·дек. відповідно.

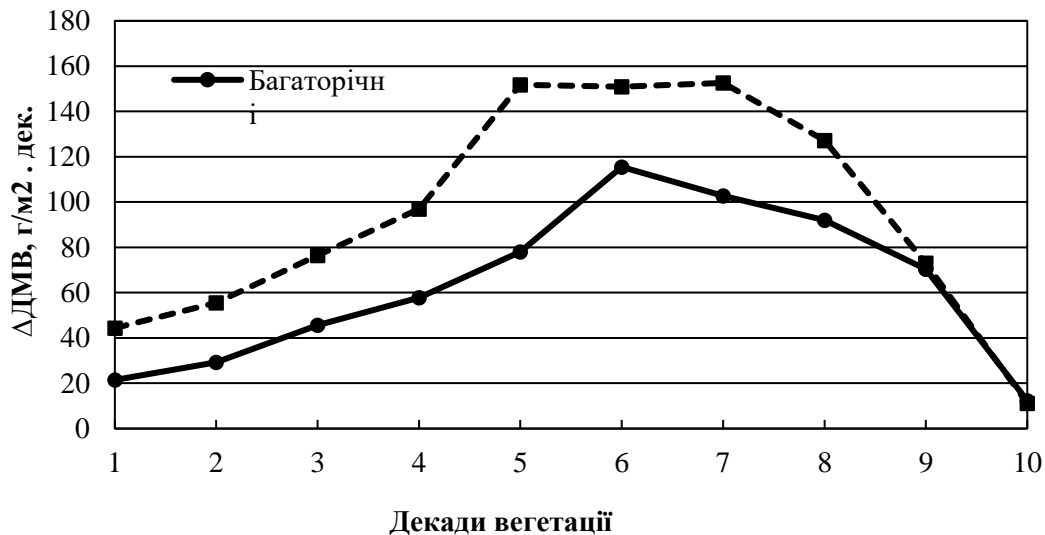


Рис. 3. Динаміка декадних приростів ДМВ озимого ячменю за вегетаційний період в порівнянні середніх багаторічних та сценарних даних за 2024–2050 рр. на станції Веселий Поділ Полтавської області

Джерело: авторські дослідження.

Проаналізувавши розрахований дійсно-можливий врожай можна відмітити, що врожай за сценарієм RCP4.5 буде вищий на 35 % від середньо багаторічної величини, яка складала 625 г/м² всієї сухої рослинної маси.

2.7. Стан та проблеми відновлення природних ресурсів України, пошкоджених і знищених внаслідок російської мілітарної агресії

Черевко Г. В., Черевко І. В.

Львівський національний університет природокористування

«При веденні воєнних дій має бути виявлена турбота про захист природного середовища від широкої, довготривалої і серйозної шкоди... Нанесення шкоди навколишньому природному середовищу заборонено.»

(Додатковий протокол до Женевських конвенцій від 12.08. 1949 стосовно захисту жертв міжнародних збройних конфліктів (Протокол I).

Практика сьогодення засвідчує помилковість обраного людством курсу на економічне зростання як магістрального і генерального шляху свого розвитку – традиційна лінійна модель економіки вже себе віджила, про свідчить факт того, що темпи економічного зростання, хоча й високі, є набагато нижчими від темпів збільшення рівня забруднення навколишнього природного середовища та інтенсифікації використання природних ресурсів, яке має місце внаслідок зазначеного економічного