

УДК 635.656:631.5:581.16

DOI: <https://doi.org/10.31359/2413-7642-2025-2-54>

О.М. Глибокий, доктор філософії, науковий співробітник
Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, Харків, Україна

М.Г. Цехмейструк, канд. с.-г. наук, ст.н.с.

Державний біотехнологічний університет, Харків, Україна

УРОЖАЙНІСТЬ ГОРОХУ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОГОДНИХ УМОВ

Збільшення температури повітря і зменшення кількості опадів не має негативного впливу на врожайність сільськогосподарських культур. Спостерігається зростання врожайності зернових та зернобобових культур, соняшнику, картоплі, овочів, плодів і ягід, що вказує на їх адаптаційну здатність до змін клімату. Мета дослідження – встановити вплив вплив погодних умов вегетаційного періоду на формування продуктивності сортів гороху в східній частині лісостепу України. Матеріали, методика, метеорологічні умови. Дослідження проводили протягом 2006–2020 рр. у стаціонарній сівозміні Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН методом розщеплених ділянок згідно загальноприйнятих методик. Ґрунт – глибокий слабовилугуваний чорнозем із зернистою структурою. Він характеризується такими агрохімічними показниками: вміст гумусу – 5,8 %; рН – 5,8; гідролітична кислотність – 3,29 мг/екв. на 100 г ґрунту. Запаси поживних речовин на контролі без добрив: азот – 132 мг/кг, фосфор – 104 мг/кг, калій – 128 мг/кг; на фонах із застосуванням мінеральних добрив (N₃₀P₃₀K₃₀): азот – 130-140 мг/кг, фосфор – 180-200 мг/кг, калій – 170-190 мг/кг ґрунту. Результати. В середньому за роки досліджень (2006-2020 рр.) відхилення по середньодобовій температурі становить плюс 2,21 °С. При цьому існує значна різниця за місяцями і роками. Відмічається значне потепління періоду серпень-вересень, на 2,41-2,21 °С, в інші місяці підвищення температури повітря незначні – 0,25 °С у квітні, 0,70 °С у травні, 0,40 °С у червні та 0,64 °С у липні місяці. Недостатня кількість вологи відмічалася в 9 роках (від 14,3 мм у 2007 р. до 168,1 мм у 2018 р.), а надлишок – відповідно у 8 роках, з коливаннями від 41,1 мм у 2020 р до 251,8мм у 2011 р. В середньому за роки досліджень два місяці були із меншою кількістю опадів порівняно з багаторічними значеннями, це квітень – 9,5 % при нормі 11,7 % та липень – 20,5 і 23,5 % відповідно. У червні місяці кількість опадів вище оптимальних показників – 25,4 проти 20,8 % В інші місяці розподіл опадів був близький до оптимуму. Висновки. У квітні 6 років з 15 були з достатнім, або надлишковим зволоженням, а в інші - з недостатньою. В травні – відповідно у 8 роках. Червень: 1 рік достатня кількість (2008 р.) і 6 років – надмірна. В липні відповідно – 1 і 5 років і в серпні – за весь час досліджень лише 2 роки були з надмірним зволоженням, а всі інші – з недостатнім. За результатами кореляційного аналізу впливу показника розподілу опадів на рівень урожайності культури відмічається практично нульова залежність між ними в середньому за 15 років (2006-2020 рр.). В той же час за період 2006-2010 рр. відмічена висока позитивна кореляція із опадами квітня, $r = 0,875-0,911$ та значна із вологою червня – $r = 0,398-0,583$. За 2011-2015 рр. розподіл опадів у квітні, червні і липні мав негативний вплив на урожайність гороху – $r =$ від мінус 0,452 до мінус 0,366; $r = -0,434-0,324$ та $r = -0,654-0,543$ відповідно місяців. А у травні – взаємозв'язок факторів позитивний – $r = 0,578-0,613$. За 2016-2020 рр. також відмічено негативні кореляції у квітні та червні місяці – $r =$ від мінус 0,680 до мінус 0,470 та $r = -0,759-0,637$, низький взаємозв'язок показників у травні – $r = 0,178-0,261$.

Ключові слова: горох, продуктивність, урожайність, опади, розподіл опадів, коефіцієнт кореляції

Вступ. У 2022 р. врожай гороху посівного (*Pisum sativum* L.) в Україні був вдвічі меншим за довоєнний 2021 р. і становив 270 тис. т, і це найнижчий показник за останні 10 років. У 2017 р., виробництво гороху в Україні становило 1 млн т. До 2019 р. основним імпортером українського гороху була Індія. В різні роки вона імпортувала від 385 тис. т до 149 тис. т. Після 2019 р. через низькі внутрішні ціни на зернобобові культури вона встановила низку обмежувальних дій і станом на 2022 р. рік вийшла на повне самозабезпечення цією культурою відповідно до власних потреб в 1 млн т. Наразі обговорюється можливість експорту українського гороху до КНР [1, 2].

З гороху як бобової агрокультури одержують протеїн високої якості, а отримані після його відділення крохмаль та харчові волокна – побічний продукт переробки. Гороховий протеїн має функціональні можливості для приготування таких продуктів як снєки, дієтичні батончики, супи, соуси, макарони, печиво та інші. Він також є цінним інгредієнтом з відмінною засвоюваністю для безглютоєвих дієт, вегетаріанської та веганської їжі. Наразі він є затребуваною і рентабельною культурою і фермери все частіше вибирають його як попередника для зернових, та як окрему культуру [3].

Як зазначають експерти UFOP, аналітики IGC прогнозують, що світове виробництво сухого гороху у 2023/24 МР становитиме близько 13,9 млн тон. Цей показник за даними Agrarmarkt Informations-Gesellschaft (mbN), на 0,5 % перевищує показник попереднього сезону. Росія залишається найбільшим виробником сухого гороху у світі. Канада посідає друге місце з виробництвом 2,6 млн тон, що водночас на 800 тис. тон (на 23,8%) поступається результату попереднього МР.

Країни Євросоюзу посідають третє місце з виробництвом 2 млн тон (+100 тис. тон за рік), завдяки більшому врожаю в Румунії. У свою чергу, виробництво сухого гороху в Німеччині скоротилося приблизно на 59 тис. тон, до 264 тис. тон.

США у 2023 р. збільшили виробництво гороху на 100 тис. тон, до 800 тис. тон, а врожай фуражного гороху в Україні у 2023 р. оцінюється на рівні 400 тис. тон, що приблизно на 100 тис. тон більше показника попереднього року. Зважаючи на великий попит ЄС на імпорт кормового протеїну, UFOP підкреслює важливість реалізації в повній мірі високого потенціалу для вирощування сухого гороху та інших крупнозернистих бобових у країнах Європи [4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Зміни клімату значним чином впливають на розвиток аграрного виробництва, причому найбільше це стосується країн, де роль сільського господарства в економіці та продовольчій безпеці є визначальною. Протягом останнього десятиліття характерною ознакою зміни клімату є глобальне потепління, що виявляється в підвищенні середньорічної температури повітря на 2–3°C. За науковими прогнозами, підвищення середньорічної температури на 1°C спричиняє скорочення обсягу виробництва аграрної продукції на 10 %, а прогнозоване підвищення середньорічної температури на 1–3°C у найближчому майбутньому вплине на виробництво передусім зернових культур [5, 7].

За останні 30 років середньорічна температура повітря в нашій країні зросла майже на 1,5°C. Відбувається зміна динаміки опадів та знижується їх ефективність. Спостерігається посилення перерозподілу опадів протягом року в межах $\pm 20\%$ з їхнім збільшенням у холодний період і зменшенням – у теплий. Впродовж останнього десятиліття збільшилася кількість посушливих днів у поєднанні з підвищенням температурного режиму, що підвищує ймовірність виникнення ризиків для пожежної безпеки в Україні [6, 7].

Протягом останніх двадцяти років в Україні спостерігалися значні зміни температурного режиму та кількості опадів. Підвищення середньорічної температури призвело до збільшення кількості посух та зменшення рівня опадів у деяких регіонах. Для озимих зернових культур за 2017-2021 рр, на фоні загального підвищення температури повітря в останні роки позитивним фактором є відносно теплі зими, які дозволяють рослинам успішно перезимувати. Підвищення середньорічних температур і зміни режиму опадів можуть сприяти збільшенню врожайності в окремих регіонах. Збільшення частоти екстремальних погодних явищ, як-от посухи, зливи та сильні вітри, створює додаткові ризики для аграрної галузі [8-10].

Між значеннями суми ефективних температур та сумарними значеннями NDVI за вегетаційний період спостерігається сильна позитивна кореляція, зокрема в Житомирській обл. $r=0,75$, а в Харківській обл. – $0,63$., одночас у Запорізькій обл. не перевищувала $0,35$, що, ймовірно, пояснюється вищими температурами за вегетацію і дефіцитом вологи, що призводить до зниження темпів накопичення рослинної біомаси, яка тісно корелює з показником NDVI. Для моделювання впливу змін клімату на продуктивність агроecosystem використовується метод множинної регресії. Як залежна змінна використовується значення урожайності, а як незалежні змінні – відповідні індикатори [11-13].

Впродовж 2011–2022 рр. середньорічна температура становила, залежно від року, від 7,9 до 9,8°C, що було на 0,8–2,7°C вище за середньо багаторічну температуру, а річна сума опадів коливалась в межах від 440 мм, що була на 162 мм менша за середньобагаторічну суму, до 714 мм, що було на 112 мм більше за середньобагаторічну суму опадів. За 12 років досліджень середня сума опадів за рік становила 595 мм, що було на 7 мм менше за середньобагаторічну норму.

У 2015 році відмічено найвищу середньорічну температуру повітря – 9,5°C, що була на 2,4°C вища норми, а також найменшу суму опадів за рік – 440 мм, що на 162 мм менше середньобагаторічної норми. Це зумовило одержання найнижчої урожайності тринадцяти сільськогосподарських культур із шістнадцяти представлених У 2021 році спостерігалась одна з найнижчих середньорічних температур за досліджуваній період – 8,1°C та більша за середньобагаторічну суму річна кількість опадів – 629 мм, що на 27 мм більше норми. Це сприяло отриманню найвищої урожайності за весь період спостережень 11 сільськогосподарських культур. У 2018 році, коли річна сума опадів була великою – 622 мм, що на 20 мм більше за середньобагаторічну норму, але відмічена висока середньорічна температура повітря, що була на 0,7°C вища, ніж у 2021 році, виявлено високу урожайність п'яти культур [14, 15].

Зафіксоване за останні 50 років триразове збільшення врожайності пшениці, ячменю, кукурудзи та вівса досягнуто завдяки прогресу в селекції рослин, їх захисту та змінам в агротехніці. Цьому також сприяє видима зміна клімату.

У Центральній і Північній Європі, а також у Польщі тривалість вегетаційного періоду збільшилася, і це зрушило календар сільськогосподарських робіт. Підраховано, що підвищення температури вегетаційного періоду на 1°C прискорює дозрівання пшениці на один тиждень, а кукурудзи — на 2 тижні, що в деяких регіонах знижує врожайність пшениці та підвищує врожайність кукурудзи.

Сільське господарство піддається кліматичним ризикам, що зростають. Мінливість урожайності пшениці за період 1955–1971 років порівняно з періодом 1990–2010 років зросла з 6 до 9,4 %, жита з 9,4 до 10,3 %, ярого ячменю з 6,2 до 9,8 %, картоплі з 9,4 до 13,2 % [16, 17].

Послаблення гумідизації клімату в умовах центрального Лісостепу України позитивно вплинуло на динаміку врожайності основних сільськогосподарських культур: урожайність пшениці озимої в період із 1986–1990 рр. по 2016–2022 рр. зросла в 1,10 раза, а валовий збір зерна у 2,57 раза. Урожайність ячменю ярого з 1913 року по 1986–1990 рр. зросла на 2,05 т/га, а до періоду 2016–2020 рр. — на 1 т/га відносно 1986–1990 рр. Валовий збір зерна до 1986–1990 рр. зріс в 1,9 раза, але у 2016–2022 рр. знизився до 0,178 млн тонн, або у 2,1 раза, що пов'язано зі зменшенням площ посівів ячменю ярого.

Урожайність кукурудзи на зерно в 1986–1990 рр. зросла у 2,4 раза відносно 1913 року, а у 2011–2020 рр. зросла у 4,5 та 1,9 раза відповідно. Валовий збір зерна кукурудзи відносно 1956–1960 рр. у 1981–1990 рр. зріс у 2,3 раза, а у 2016–2020 рр. у 5 та 2,2 раза відповідно.

Зміни клімату, що вже відбулись і відбуваються в Україні, можуть вплинути на врожайність зернових по різному: у деяких регіонах на Півночі України через підвищення зимових температур і кількості опадів, довший безморозний період і вищу концентрацію CO₂, площі придатних до сільського господарства угідь можуть розширитися. Збільшення тривалості періоду високих температур може стати нормою, загрожуючи виробництву сільськогосподарських культур під час періоду вегетації [18].

За результатами дослідження встановлено, що збільшення температури повітря і зменшення кількості опадів не має негативного впливу на врожайність сільськогосподарських культур. Спостерігається зростання врожайності зернових та зернобобових культур, соняшнику, картоплі, овочів, плодів і ягід, що вказує на їх адаптаційну здатність до змін клімату [19-21].

Мета дослідження – встановити вплив погодних умов вегетаційного періоду на формування продуктивності сортів гороху в східній частині лісостепу України.

Методика досліджень. Дослідження проводили протягом 2006–2020 рр. у стаціонарній сівозміні Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН методом розщеплених ділянок згідно загальноприйнятих методик. Ґрунт – глибокий слабовилугуваний чорнозем із зернистою структурою. Він характеризується такими агрохімічними показниками: вміст гумусу – 5,8 %; рН – 5,8; гідролітична кислотність – 3,29 мг/екв. на 100 г ґрунту. Запаси поживних речовин на контролі без добрив: азот – 132 мг/кг, фосфор – 104 мг/кг, калій – 128 мг/кг; на фонах із застосуванням мінеральних добрив (N₃₀P₃₀K₃₀): азот – 130-140 мг/кг, фосфор – 180-200 мг/кг, калій – 170-190 мг/кг ґрунту.

Результати та обговорення. В середньому за роки досліджень (2006-2020 рр.) відхилення по середньодобовій температурі становить плюс 2,21 °С. При цьому існує значна різниця за місяцями і роками. Відмічається значне потепління періоду серпень-вересень, на 2,41-2,21 °С, в інші місяці підвищення температури повітря незначні – 0,25 °С у квітні, 0,70 °С у травні, 0,40 °С у червні та 0,64 °С у липні місяці. Значно більші розбіжності відмічено по роках досліджень. Так, серпень-вересень за всі роки досліджень були теплішими в порівнянні з багаторічними показниками на 0,4-7,4 °С. Дуже велика строкатість за температурним показником відмічається у весняно-літній період. Так, квітень місяць, був прохолоднішим оптимальних значень 4 роки із 15 (2007 – на 1,3; 2009 – на 7,9, 2011 – на 1,4; 2020 – на 1,3 °С).

Травень більш прохолодним 5 років і значно теплішим – 10 років, в середньому - +0,7-4,9 °С. Аналогічна ситуація і по інших місяцях.

Окрім температури повітря надзвичайно велике значення для росту і розвитку рослин та своєчасного проходження фаз і як результат формування продуктивності має кількість опадів за період вегетації. Так, в середньому за роки досліджень сума опадів вегетаційного періоду, в порівнянні з багаторічними значеннями була в межах норми – 305,8 мм при оптимальних показниках 304,6 мм. Відмічена сильна строкатість у їх надходженні залежно від року та місяців. Недостатня кількість вологи відмічалася в 9 роках (від 14,3 мм у 2007 р. до 168,1 мм у 2018 р.), а надлишок – відповідно у 8 роках, з коливаннями від 41,1 мм у 2020 р до 251,8мм у 2011 р.

Квітень місяць був із недостатнім зволоженням в 8 роках із 15, зниження кількості опадів, в порівнянні з багаторічними показниками від 9,8 до 34,4 мм. В той же час 7 років в квітні були більш вологими – на 5,5 – 40,2 мм відповідно. Крім того сім років були менш зволожені і в травні місяці, 8 років – більш зволожені – на 20,3-132,4 мм. Тобто за останні роки все частіше спостерігається недостатня кількість опадів в посівний та післяпосівний періоди для ярих культур, в тому числі і гороху. В інші місяці (червень – вересень) спостерігається аналогічна закономірність – в більшості років недостатня кількість опадів під час вегетації культури, особливо за серпень і вересень.

Окрім кількості опадів важливе значення має їх розподіл по місяцях в період вегетації. В середньому за роки досліджень два місяці були із меншою кількістю опадів порівняно з багаторічними значеннями, це квітень – 9,5 % при нормі 11,7 % та липень – 20,5 і 23,5 % відповідно. У червні місяці кількість опадів вище оптимальних показників – 25,4 проти 20,8 % В інші місяці розподіл опадів був близький до оптимуму.

Дослідження проводили серіями, згідно завдань ПНД. За період досліджень 2006-2020 рр. середня урожайність гороху становила 2,78 т/га.

За контрольного варіанту (без добрив) – 2,54 т/га, післядія 30 т/га гною (фон) – 2,81 т/га, а при використанні фон + N₃₀P₃₀K₃₀ - 2,98 т/га. У середньому за 2006-2010 рр. середня урожайність в досліді становила 3,36 т/га. Мінімальний рівень продуктивності отримано за контрольного варіанту – 3,06 т/га, а максимальний – 3,69 т/га фон + N₃₀P₃₀K₃₀. Найбільш продуктивним за цей період досліджень був 2008 р, з рівнем урожайності в межах 5,07-5,69 т/га.

За період 2011-2015 рр. середня урожайність сортів гороху становила 2,46 т/га. Відмічена аналогічна, попередньому періоду закономірність по фонах мінерального живлення. Серед років сіл відмітити 2012 р. з рівнем урожайності 3,20-3,96 т/га, в інші роки вона була значно меншою, особливо у 2011 р. – 1,19-1,27 т/га.

За 2016-2018 рр. в середньому отримано по 2,98 т/га гороху, з різницею залежно фонів мінерального живлення – від 2,55 т/га за контрольного варіанту і до 3,28 т/га на варіанті фон + N₃₀P₃₀K₃₀. За період 2019-2020 рр. Середня урожайність культури становила 2,00 т/га, від 1,76 до 2,22 т/га. В цей період відмічено і найнижчий рівень продуктивності в досліді – у 2019 р. – від 0,81 т/га на контролі і до 1,29 т/га на фон + N₃₀P₃₀K₃₀.

Згідно регресійного аналізу, в умовах Харківської області, на чорноземі типовому, відбувається і прогнозується постійне зниження урожайності культури за даних фонів мінерального живлення. Так, для контрольного варіанту, рівняння регресії має вигляд: $y = -0,0835x + 3,2057$, для фону післядії гною - $y = -0,0776x + 3,4296$ і для варіанту фон + N₃₀P₃₀K₃₀ - $y = -0,0812x + 3,6565$.

На нашу думку, такий прогноз урожайності культури, перш за все пов'язаний із змінами клімату – підвищенням середньодобових температур та нерівномірністю розподілу опадів під час вегетаційного періоду гороху.

Для формування високого рівня урожайності сільськогосподарських культур, в тому числі і гороху є своєчасне забезпечення рослин вологою (розподіл опадів на протязі року і особливо періоду вегетації). Розподіл опадів під час вегетаційного періоду – є дуже важливим показником, особливо в останній час. Так, згідно середньобагаторічних даних, в умовах зони проведення досліджень (Харківська обл.), розподіл опадів має мати наступний вигляд (від річної норми): квітень – 8,1 %, травень – 10,0 5, червень – 14,5 %, липень – 16,4 % і серпень – 10,7 % (рис. 1).

За результатами досліджень, у квітні місяці 6 років з 15 були з достатнім, або надлишковим зволоженням, а в інші роки кількість опадів в цей період була недостатньою. В травні – відповідно у 8 роках, з них у 2 роки опадів надмірна кількість – 2019 р. – 27,1 % і 2020 р. – 40,3 %. Червень: 1 рік достатня кількість (2008 р.) – 45,8 % і 6 років – надмірна (від 20,2 % до 32,8 %). В липні відповідно – 1 і 5 років і в серпні – за весь час досліджень лише 2 роки були з надмірним зволоженням (2012 р- 45,7 % та 2013 р- 29,8 %), а всі інші – з недостатнім. Слід відмітити, що в літні місяці значна кількість опадів випадає у вигляді ливневих дощів із практично повним стоком, а кількість продуктивної вологи – незначна.

За результатами кореляційного аналізу впливу показника розподілу опадів на рівень урожайності культури (табл. 1) відмічається практично нульова залежність між ними в середньому за 15 років (2006-2020 рр.). Коефіцієнти кореляції в межах від $r = \text{мінус } 0,158$ до $r = 0,061$. В той же час, при розбивці досліді на періоди по 5 років спостерігаються інші впливи.

Так, за період 2006-2010 рр. відмічена висока позитивна кореляція із опадами квітня, $r = 0,875-0,911$ та значна із вологою червня – $r = 0,398-0,583$. В травні та червні – коефіцієнти незначні, за виключенням фону 30 т/га гною у червні, де він був негативним $r =$ мінус 0,302.

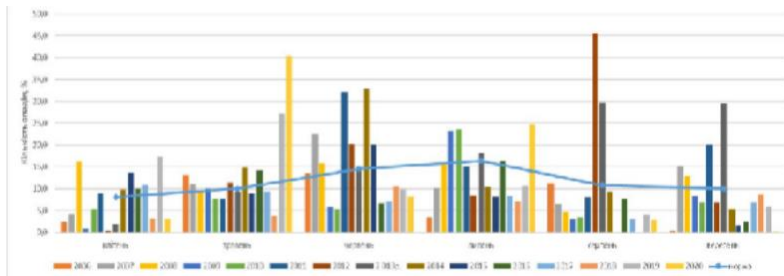


Рис. 1. Розподіл опадів за період вегетації гороху, % за 2006-2020 рр.

В той же час за період 2011-2015 рр. інша закономірність: розподіл опадів у квітні, червні і липні мав негативний вплив на урожайність гороху – $r =$ від мінус 0,452 до мінус 0,366; $r = -0,434-0,324$ та $r = -0,654-0,543$ відповідно місяців. А у травні – взаємозв'язок факторів позитивний – $r = 0,578-0,613$. За період 2016-2020 рр. також відмічено негативні кореляції у квітні та червні місяці – $r =$ від мінус 0,680 до мінус 0,470 та $r = -0,759-0,637$, низький взаємозв'язок показників у травні – $r = 0,178-0,261$. У липні даний показник знижувався із зростанням фону мінерального живлення від $r = 0,344$ за контрольного варіанту до $r = 0,202$ за варіанту післядія 30 т/га гною + $N_{30}P_{30}K_{30}$.

1. Коефіцієнти кореляції між показником розподілу опадів та урожайністю гороху, 2006-2020 рр.

Місяць	2006-2020			2006-2010			2011-2015			2016-2020		
	контроль	гній 30 т/га – фон	фон + $N_{30}P_{30}K_{30}$	контроль	гній 30 т/га – фон	фон + $N_{30}P_{30}K_{30}$	контроль	гній 30 т/га – фон	фон + $N_{30}P_{30}K_{30}$	контроль	гній 30 т/га – фон	фон + $N_{30}P_{30}K_{30}$
квітень	0,006	0,061	0,023	0,908	0,911	0,875	-0,452	-0,366	-0,425	-0,680	-0,522	-0,470
травень	-0,136	-0,113	-0,096	0,097	0,114	0,125	0,608	0,613	0,578	-0,178	-0,247	-0,261
червень	0,008	-0,052	-0,158	0,583	0,573	0,398	-0,434	-0,360	-0,324	-0,637	-0,754	-0,759
липень	-0,044	-0,109	-0,083	-0,276	-0,302	-0,126	-0,543	-0,650	-0,654	0,344	0,267	0,202

Висновки. У середньому за 2006-2010 рр. середня урожайність в досліді становила 3,36 т/га. Мінімальний рівень продуктивності отримано за контрольного варіанту – 3,06 т/га, а максимальний – 3,69 т/га фон + N₃₀P₃₀K₃₀.

За результатами досліджень, у квітні місяці 6 років з 15 були з достатнім, або надлишковим зволоженням, а в інші роки кількість опадів в цей період була недостатньою. В травні – відповідно у 8 роках, з них у 2 роки опадів надмірна кількість – 2019 р. – 27,1 % і 2020 р. – 40,3 %. Червень: 1 рік достатня кількість (2008 р.) – 45,8 % і 6 років – надмірна (від 20,2 % до 32,8 %). В липні відповідно – 1 і 5 років і в серпні – за весь час досліджень лише 2 роки були з надмірним зволоженням (2012 р- 45,7 % та 2013 р- 29,8 %), а всі інші – з недостатнім.

За результатами кореляційного аналізу впливу показника розподілу опадів на рівень урожайності культури відмічається практично нульова залежність між ними в середньому за 15 років (2006-2020 рр.). В той же час за період 2006-2010 рр. відмічена висока позитивна кореляція із опадами квітня, $r = 0,875-0,911$ та значна із вологою червня – $r = 0,398-0,583$. За 2011-2015 рр. розподіл опадів у квітні, червні і липні мав негативний вплив на урожайність гороху – $r =$ від мінус 0,452 до мінус 0,366; $r = -0,434-0,324$ та $r = -0,654-0,543$ відповідно місяців. А у травні – взаємозв'язок факторів позитивний – $r = 0,578-0,613$. За 2016-2020 рр. також відмічено негативні кореляції у квітні та червні місяці – $r =$ від мінус 0,680 до мінус 0,470 та $r = -0,759-0,637$, низький взаємозв'язок показників у травні – $r = 0,178-0,261$.

Конфлікт інтересів. Немає.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. У сезони 2022 врожай гороху в Україні був найнижчим за 10 років.
URL: <https://kurkul.com/news/33108-u-sezoni-2022-vrojaj-gorohu-v-ukrayini-buv-naynijchim-za-10-rokiv>

2. Виробництво гороху в Україні значно скоротилось через війну.
URL: <https://superagronom.com/news/17124-virobnitstvo-gorohu-v-ukrayini-z-nachno-skorotilos-cherез->

[viynu#:~:text=Йдеться%20про%20регіони%2C%20які%20були.показник%20за%20останні%2010%20років.](#)

3. Чому варто вирощувати горох в Україні? URL: <https://agro.com.ua/chomu-varto-vyroshchuvaty-horokh-v-ukrayini>

4. Світове виробництво гороху у 2023/24 МР трохи збільшиться – прогноз. URL: <https://www.apk-inform.com/uk/news/1539962> (25.08.2024)

5. Кучер А. Адаптація аграрного землекористування до змін клімату. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*. 2017. Vol. 3. No. 1. С. 119–138. URL: are-journal.com.

6. Про затвердження Методичних рекомендацій для здійснення оцінки ризиків та вразливості соціальноекономічних секторів та природних складових до зміни клімату : Наказ Міндовкілья від 03.06.2023 р. № 386. URL: merp.gov.ua/wp-content/uploads/2023/07/4_Metodychni-rekomendatsiyi-dlya-zdiysnennya-otsinky-ryzykiv-ta-vrazlyvosti-sotsialno-ekonomichnyh-sektori-v-ta-pryrodnyh-skladovyh-do-zminy-klimatu.pdf

7. Жаліло Я., Русан В., Жураковська Л. Особливості функціонування сільськогосподарства в умовах кліматичних змін. Національний інститут стратегічних досліджень. URL: <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/ekonomika/osoblyvosti-funktsionuvannya-sil'skoho-hospodarstva-v-umovakh-klimatychnykh>

8. Кривохижа Є. М., Матвіїшин А. І., Бринь В. Т. Вплив зміни клімату на врожайність основних сільськогосподарських культур в Україні. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. 2024. № 44. С. 33-37. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2024-3.5>.

9. Особливості формування зернової продуктивності рослин різних сортів гороху в умовах північного Степу України. /Гирка А. Д., та інші. Зернові культури. 2018. Т. 2, № 2. С. 267–273. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0035>.

10. Колосовська В. В. Агроекологічні особливості формування продуктивності гороху в умовах змін клімату в лісостеповій зоні України. URL: http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/6389/1/pdaa_2019_87.pdf

11. Оцінювання впливу змін клімату на продуктивність агроєкосистем за супутниковими даними. Рекомендації. О.Г. Тараріко та ін. Київ: Аграрна наука, 2021. 40 с.

12. Цехмейструк М., Шелякін В., Глибокий О., Жижка Н. Горох: не забуваємо «старі» культури. Агробізнес сьогодні. 2014. № 3(274). С. 30-32. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/401-horokh-ne-zabuvaємо-stari-kulturny.html>

13. Бурикiна С.І., Вельвер М.О., Капустiна Г.А. Агрoномiчна ефективнiсть добрив при вирощуваннi гороху в умовах змiн клiмату Причорноморського степу. Таврiйський науковий вiсник. Землеробство,

рослинництво, овочівництво та баштанництво. 2020. № 114. С. 33-43.
<https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.114.5>

14. Ткачук О.П., Вігер Н.Г. Динаміка кліматичних показників та їх вплив на урожайність основних сільськогосподарських культур у Вінницькій області. *Аграрні інновації. Меліорація, землеробство, рослинництво*. 2023. № 17. С. 139-149.
<https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.19>.

15. Вплив абіотичних чинників на реалізацію потенціалу врожайності сортів гороху. / Василенко А.О., та інші. *Селекція і насінництво*. № 127. 2025. С. 35-45

16. Вирощування зернових в умовах зміни клімату: як адаптуватись. URL: <https://www.growhow.in.ua/vyroshchuvannia-zernovykh-v-umovakh-zminy-klimatu-iyak-adaptuvatyts/>.

17. Лихочвор В. В., Андрушко М. О., Продуктивність гороху залежно від сорту та норм висіву. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2020. Вип. 2. С. 54-62. 10.31521/2313-092X/2020-2(106)-6

18. Олександр Демиденко, Вікова зміна клімату та продуктивності агроценозів центрального Лісостепу України. URL: <https://agronomy.com.ua/stat-ti/2155-vikova-zmina-kl-imatu-ta-produktyvnosti-ahrotsenoziv-tsentralnoho-lisostepu-ukrainy.html>

19. Мороз В. В., Воробель М. І., Гармадій О. С. Вплив зміни клімату на врожайність сільськогосподарських культур Карпатського регіону. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2016. Вип. 60. С. 118-125.

20. Усик С.В. Єщенко В.О. Урожайність гороху в короткоротаційних сівозмінах залежно від інтенсивності природного зволоження чорнозему опідзоленого. *Таврійський науковий вісник* № 100 Т. 2. Землеробство, рослинництво, овочівництво та баштанництво. 2018. С. 97-104.

21. Дворецька С.П., Рябокін Т.М., Каражбей Т.В., Вплив агрометеорологічних умов на формування продуктивності сортів гороху. *Збірник наукових праць ННЦ "Інститут землеробства НААН"*. Випуск 1, 2016. С. 36-45.

REFERENCES

1. In the 2022 season, the pea harvest in Ukraine was the lowest in 10 years. <https://kurkul.com/news/33108-u-sezoni-2022-vrojaj-gorohu-v-ukrayini-buv-naynijchim-za-10-rokiv>.

2. Pea production in Ukraine has significantly decreased due to the war. <https://superagronom.com/news/17124-virobnitstvo-gorohu-v-ukrayini-znachno-skorotilos-cherez-viynu#:~:text=We are talking about regions that were, indicators for the last 2010s.>

3. Why is it worth growing peas in Ukraine? <https://agro-e.com.ua/chomu-varto-vyroshchuvaty-horokh-v-ukrayini>

4. World pea production in 2023/24 MY will increase slightly - forecast. <https://www.apk-inform.com/uk/news/1539962> (08/25/2024)

5. Kucher A. (2017). Adaptation of agricultural land use to climate change. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*. 3. 1. 119–138. are-journal.com.

6. On approval of Methodological recommendations for assessing risks and vulnerability of socio-economic sectors and natural components to climate change: Order of the Ministry of Environment of 03.06.2023 No. 386. mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/07/4_Metodychni-rekomendatsiyi-dlya-zdiysnennya-otsinky-ryzykiv-ta-vrazlyvosti-sotsialno-ekonomichnyh-sektoriv-ta-pryrodnyh-skladovyh-do-zminy-klimatu.pdf

7. Zhalilo Ya., Rusan V., Zhurakovska L.. Features of the functioning of agriculture in conditions of climate change. *National Institute for Strategic Studies*. <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/ekonomika/osoblyvosti-funktsionuvannya-silskoho-hospodarstva-v-umovakh-klimatichnykh>

8. Kryvokhizha E. M., Matviyishyn A. I., Bryn V. T. (2024). The impact of climate change on the yield of major agricultural crops in Ukraine. *Podolskyi visnyk: agriculture, technology, economics*. 44. 33-37. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2024-3.5>.

9. Features of the formation of grain productivity of different varieties of pea plants in the conditions of the northern Steppe of Ukraine. /Girka A. D., et al. *Grain crops*. (2018). 2. 2. 267–273. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0035>.

10. Kolosovska V. V. Agroecological features of the formation of pea productivity under climate change in the forest-steppe zone of Ukraine. http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/6389/1/pdaa_2019_87.pdf

11. Assessment of the impact of climate change on the productivity of agroecosystems using satellite data. Recommendations. O.G. Tararik et al. Kyiv: Agrarian Science, 2021. 40 p.

12. Tsekhmeystruk M., Shelyakin V., Gluboky O., Zhizhka N. (2014). Peas: let's not forget the "old" crops. *Agribusiness today*. 3(274). 30-32. <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/401-horokh-ne-zabuvaemo-stari-kultury.html>

13. Burykina S.I., Vелver M.O., Kapustina G.A. (2020). Agronomic efficiency of fertilizers when growing peas in conditions of climate change in the Black Sea steppe. *Tavria Scientific Bulletin. Agriculture, crop production, vegetable growing and melon growing*. 114. 33-43. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.114.5>

14. Tkachuk O.P., Viter N.G. (2023). Dynamics of climatic indicators and their impact on the yield of the main agricultural crops in Vinnytsia

region. *Agrarian innovations. Reclamation, agriculture, crop production*. 17. 139-149. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.19>.

15. The influence of abiotic factors on the realization of the yield potential of pea varieties. / Vasylenko A.O., et al. (2025) *Breeding and seed production*. 127. 35-45

16. Growing cereals in conditions of climate change: how to adapt. URL: <https://www.growhow.in.ua/vyroshchuvannia-zernovykh-v-umovakh-zminy-klimatu-iak-adaptuvaty/>.

17. Lykhochvor V. V., Andrushko M. O. (2020). Pea productivity depending on the variety and sowing rates. *Bulletin of agricultural science of the Black Sea region*. 2. 54-62. 10.31521/2313-092X/2020-2(106)-6

18. Oleksandr Demydenko, Age-related climate change and productivity of agrocenoses of the central forest-steppe of Ukraine. <https://agronomy.com.ua/statti/2155-vikova-zmina-klimatu-ta-produktyvnosti-ahrotsenziv-tsentralnoho-lisostepu-ukrainy.html>

19. Moroz V. V., Vorobel M. I., Garmadiy O. S. (2016). The impact of climate change on the yield of agricultural crops in the Carpathian region. *Foothill and mountain agriculture and animal husbandry*. 60. 118-125.

20. Usyk S. V. Yeshchenko V. O. (2018). Pea yield in short-rotation crop rotations depending on the intensity of natural moistening of podzolized chernozem. *Tavria Scientific Bulletin. Agriculture, plant growing, vegetable growing and melon growing*. 100. 2. 97-104.

21. Dvoretzka S.P., Ryabokin T.M., Karazhbey T.V. (2016). The influence of agrometeorological conditions on the formation of productivity of pea varieties. *Collection of scientific works of the National Scientific Center "Institute of Agriculture of the National Academy of Sciences of Ukraine"*. 1, 36-45.

O. M. Gluboky, Doctor of Philosophy, V. Ya. Yuryev Institute of Plant Breeding, NAAS, Kharkiv, Ukraine

M. G. Tshmeistruk, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

Peas yield depends on weather conditions

Abstract. Problem statement. An increase in air temperature and a decrease in precipitation does not have a negative impact on the yield of agricultural crops. There is an increase in the yield of grain and leguminous crops, sunflower, potatoes, vegetables, fruits and berries, which indicates their adaptive ability to climate change. The purpose of the study is to establish the influence of weather conditions of the growing season on the formation of the productivity of pea varieties in the eastern part of the forest-steppe of Ukraine. Materials, methods, meteorological conditions. The study was conducted during 2006–2020 in the stationary crop rotation of the V. Ya. Yuryev Institute of Plant Production of the NAAS using the split-plot method according to generally accepted methods. The soil is deep slightly leached black soil with a granular structure. It is characterized by the following agrochemical indicators: humus content – 5.8%; pH – 5.8; hydrolytic acidity –

3.29 mg/eq. per 100 g of soil. Nutrient reserves in the control without fertilizers: nitrogen – 132 mg/kg, phosphorus – 104 mg/kg, potassium – 128 mg/kg; in the background with the use of mineral fertilizers (N30P30K30): nitrogen – 130-140 mg/kg, phosphorus – 180-200 mg/kg, potassium – 170-190 mg/kg of soil. **Results.** On average over the years of research (2006-2020), the deviation in the average daily temperature is plus 2.21 °C. At the same time, there is a significant difference by month and year. A significant warming of the August-September period is noted, by 2.41-2.21 °C, in other months the increase in air temperature is insignificant - 0.25 °C in April, 0.70 °C in May, 0.40 °C in June and 0.64 °C in July. Insufficient moisture was observed in 9 years (from 14.3 mm in 2007 to 168.1 mm in 2018), and excess - respectively in 8 years, with fluctuations from 41.1 mm in 2020 to 251.8 mm in 2011. On average, over the years of research, two months had less precipitation compared to multi-year values, these are April - 9.5% with a norm of 11.7% and July - 20.5 and 23.5%, respectively. In June, the amount of precipitation is above optimal indicators - 25.4 against 20.8%. In other months, the distribution of precipitation was close to the optimum. **Conclusions.** In April, 6 years out of 15 were with sufficient or excessive moisture, and in the others - with insufficient. In May - respectively in 8 years. June: 1 year sufficient amount (2008) and 6 years - excessive. In July - respectively - 1 and 5 years and in August - for the entire period of research, only 2 years were with excessive moisture, and all the others - with insufficient. According to the results of the correlation analysis of the influence of the precipitation distribution indicator on the level of crop yield, there is practically zero dependence between them on average for 15 years (2006-2020). At the same time, for the period 2006-2010, a high positive correlation was noted with April precipitation, $r = 0.875-0.911$ and a significant one with June humidity - $r = 0.398-0.583$. In 2011-2015, the distribution of precipitation in April, June and July had a negative impact on pea yield - $r =$ from minus 0.452 to minus 0.366; $r = -0.434-0.324$ and $r = -0.654-0.543$, respectively. And in May, the correlation of factors was positive - $r = 0.578-0.613$. In 2016-2020, negative correlations were also noted in April and June - $r =$ from minus 0.680 to minus 0.470 and $r = -0.759-0.637$, low correlation of indicators in May - $r = 0.178-0.261$.

Keywords: peas, productivity, yield, precipitation, precipitation distribution, correlation coefficient

УДК 631.559:631.11.631.5

DOI: <https://doi.org/10.31359/2413-7642-2025-2-67>

В.В. Могилевська, доктор філософії, асистент кафедри агрохімії
Л.А. Свиридова, канд. с.г. наук, доцент кафедри рослинництва
Державний біотехнологічний університет, Харків, Україна

БІОЛОГІЧНА ВРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНА ГІБРИДІВ СОРГО ЗЕРНОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ФОРМ І ДОЗ ДОБРІВ

Sorgho *Sorghum bicolor* (L.) Moench використовують як зернову, кормову, технічну та продовольчу культуру. Метою наших досліджень було з'ясування впливу різних форм і доз добрив на врожайність нових гібридів сорго зернового в умовах Східного Лісостепу України. Двофакторний польовий дослід закладено методом розщеплених ділянок у триразовій повторності на дослідному полі