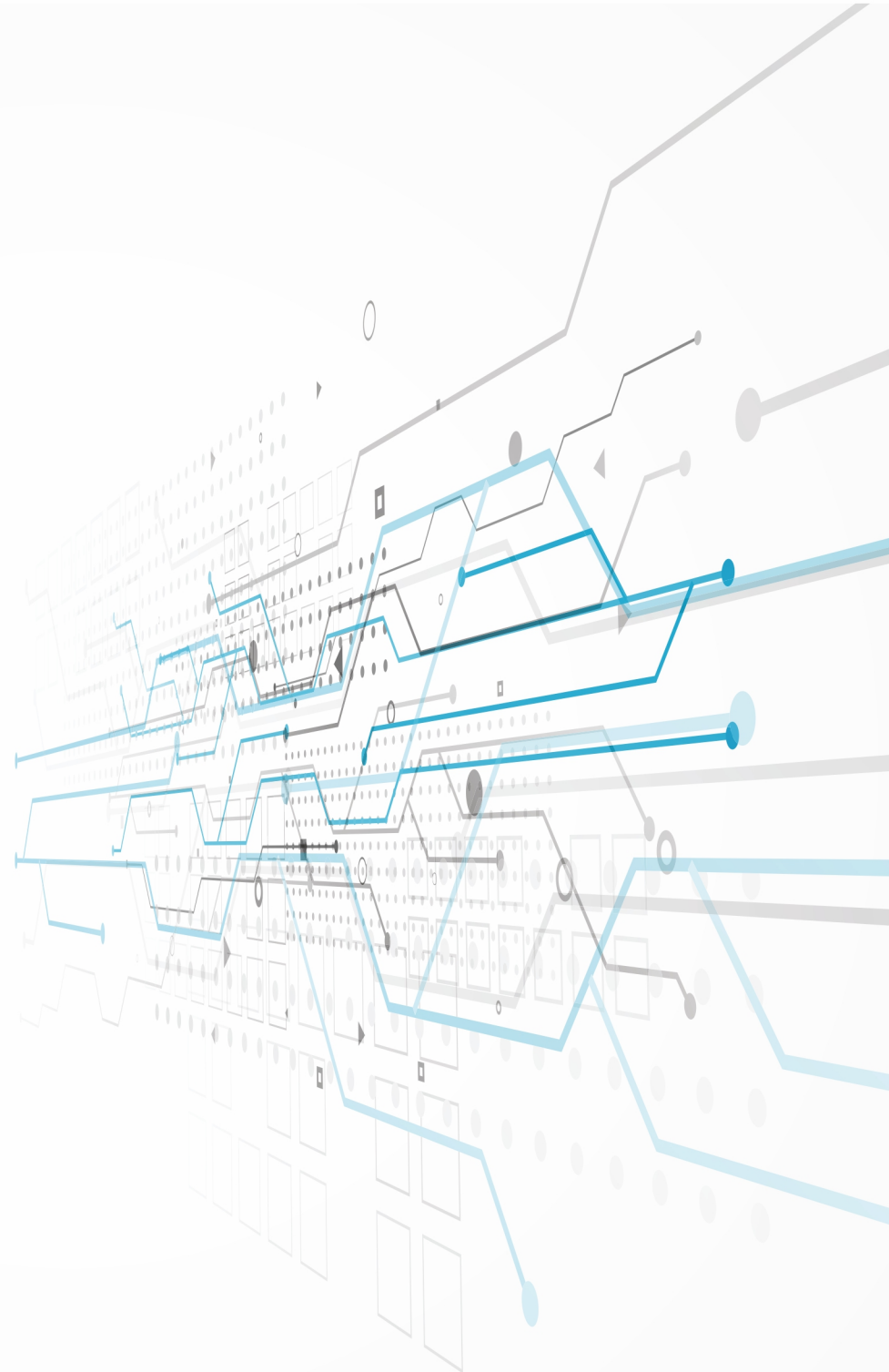




АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ У ПІДВИЩЕННІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА
ЕНЕРГОЗАЛЕЖНОСТІ СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ



psaa
POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY



АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА
ЕНЕРГІЇ У ПІДВИЩЕННІ
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА
ЕНЕРГОЗАЛЕЖНОСТІ
СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ



ПОЛТАВА 2019

3.3. Агроекологічні особливості формування продуктивності гороху в умовах змін клімату в лісостеповій зоні України

Колосовська В. В.

Одеський державний екологічний університет

Немає іншої зернобобової культури, яка б замінила горох в Україні, адже зерно цієї культури містить 20–36 % білка, 1,6 % жиру, до 54 % вуглеводів, цукор, крохмаль, вітаміни А, В2, В6, С, РР, К, Е, каротин, мінеральні речовини [77].

Сучасні біотехнології відкривають нові можливості використання гороху в техніці (виробництва спирту, біодеградуєчих полімерів та ін.), в медицині і фармацевтиці.

Як зернобобова рослина, горох цінний і в агротехнічному відношенні. Він за допомогою бульбочкових бактерій, які поселяються на корінні, засвоює азот повітря. При сприятливих умовах горох залишає в ґрунті до 100–120 кг/га азоту, що рівнозначно 20–25 т/га гною.

Високий вміст білка, позитивний вплив на родючість ґрунту, доцільність посіву як парозаймаючої, проміжної, післяукісної культури, можливість вирощування в різних регіонах зумовлюють вагоме народногосподарське значення гороху.

Зараз горох вирощують у всіх землеробських районах світу. За посівними площами (близько 11 млн га) він посідає четверте місце в світі після сої, квасолі, нуту. В Україні в кінці 80-х років ХХ ст. горох займав площу 1,5 млн га, в 1999 р. його посіви становили всього 600 тис. га, а в 2013 р. – 220 тис. га. Проте в 2018 р. площі посіву зросли до 408 тис. га, що є найвищим показником за останні 15 років.

Горох – культура великих потенційних можливостей і при створенні оптимальних умов вирощування забезпечує високі врожаї зеленої маси і зерна. Завдяки високій врожайності та кормовій цінності, горох набув широкого розповсюдження по всій території України. Значні коливання врожайності гороху визначаються впливом погодних умов на фотосинтетичну продуктивність рослин. Урожайність гороху залежить від технології вирощування, клімату, сортів та багатьох інших факторів.

Перепоною для одержання високих урожаїв гороху є несприятливі природно-кліматичні умови останніх років, брак стабільного попиту на внутрішньому ринку, складне економічне становище сільгосп підприємств, тому все частіше сільгоспвиробники віддають перевагу культурам, ризики і витрати на вирощування яких є меншими, а обсяги виробництва – більшими, а також не оптимізована й малоефективна технологія вирощування гороху.

⁷⁷ Рожков А. О. Рослинництво : навч. посібник. Харків : Тім Пабліш Груп, 2017. 363 с.

За морфо-біологічними властивостями, горох невибагливий до тепла, набухання і проростання зерен починається при температурі 2–5 °С. Оптимальною для росту і розвитку гороху є температура 22–25 °С. При температурі 35 °С процес росту зупиняється, рослини знаходяться в пригніченому стані. Горох – світлолюбна рослина довгого дня. Горох відноситься до вологолюбних культур. Для одержання високих врожаїв необхідна вологість ґрунту 70–80 % НВ.

Горох – культура високородючих ґрунтів. Найвищі врожаї отримують на чорноземах, сірих лісових і окультурених дерново-підзолистих ґрунтах [78, 79].

Врожай забирають багаторазово, по мірі формування бобів. Знімаються боби добре заповнені горошком, які не почали втрачати яскраво-зеленого забарвлення. В міру дозрівання гороху кількість цукру зменшується, а білка і крохмалю збільшується.

Зважаючи на важливість цієї культури, розглянемо як будуть змінюватись умови розвитку гороху під впливом змін клімату в лісостеповій зоні України [80, 81].

Для сільськогосподарських культур на фоні зміни кліматичних умов за розрахунковий період з 2015 по 2050 рр. Нами було розглянуто такі варіанти: базовий період (1986–2005 рр.); кліматичні умови розрахункового періоду за сценарієм RCP 4.5 за період 2015–2050 рр. та кліматичні умови періоду 2015–2050 рр. за сценарієм RCP 4.5 (кліматична норма + CO₂).

Для дослідження використовувався сценарій можливих змін клімату RCP 4.5 на період до 2050 року. Як теоретична основа для виконання розрахунків та порівняння результатів були використані розроблені А.М. Польовим моделі продукційного процесу сільськогосподарських культур: модель формування продуктивності агроєкосистеми, модель фотосинтезу зеленого листка рослини при зміні концентрації CO₂ в атмосфері.

Розрахунки виконувались для лісостепової зони України.

Вплив зміни клімату на формування продуктивності сільськогосподарських культур розглядався за умов сучасної агротехніки та сучасних сортів гороху в припущенні, що вони суттєво не зміняться.

Тенденції зміни агрокліматичних ресурсів розглядалась нами у розрізі основних агрокліматичних зон за різні проміжки часу.

Результати розрахунків дат настання фаз розвитку гороху представлені в табл. 1. Середні багаторічні терміни сівби гороху зміщувались на більш пізні терміни в Лісостеповій зоні (до 8 квітня).

⁷⁸ Лихочвор В. В. Особливості вирощування гороху. *Пропозиція*. 2004. № 4. С. 34–35.

⁷⁹ Зінченко О. І. Рослинництво : практикум. Вінниця : Нова Книга, 2008. 536 с.

⁸⁰ Сайко В. Ф. Наукові основи землеробства в контексті змін клімату. *Вісник аграрної науки*. 2008. № 11. С. 5–10.

⁸¹ Степаненко С. М., Польовий А. М., Лобода Н. С. та ін. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України. Одеса : ТЕС, 2015. 520 с.

1. Фази розвитку гороху за середніми багаторічними даними та сценарієм зміни клімату RCP 4.5 в Лісостепу України

Період	Посів	Сходи	Цвітіння	Достигання	Тривалість вегетаційного періоду, дні
Лісостеп					
1986-2005	8.04	25.04	12.06	12.07	95
RCP 4.5	2.04	3.05	15.06	22.07	111
Різниця	-6	+8	+3	+12	+16

Джерело: авторські розрахунки.

За умов реалізації сценарію зміни клімату RCP 4.5, терміни сівби гороху змістяться на більш ранні строки в порівнянні з середніми багаторічними. В Лісостепу спостерігатимуться відхилення на 6 днів. Відповідно змістяться і строки появи сходів. Сходи гороху за середніми багаторічними даними базового періоду спостерігалися 25 квітня. За сценарієм зміни клімату RCP 4.5 відхилення термінів сходів наставатимуть пізніше середніх багаторічних термінів на 8 днів.

Наступні за сходами фази розвитку гороху цвітіння та досягання за сценарієм RCP 4.5 в наставатимуть пізніше, ніж в базовий період: на 3 дні. Внаслідок зміни термінів настання фаз розвитку гороху зміниться і тривалість його вегетаційного періоду. Вона зросте від 95 днів (середня багаторічна) до 111 днів.

Під впливом змін клімату зміняться й агрокліматичні умови вирощування гороху.

В період від сходів до цвітіння середня температура повітря за середніми багаторічними значеннями коливалась в межах 14,4 °C.

За сценарієм зміни клімату RCP 4.5 від сходів до цвітіння середня температура коливатиметься в межах 11,1 °C. Розрахунки за сценарієм показують, що в цей період очікується середня температура нижче базової на – 3,3 °C.

Сума опадів в період від сходів до цвітіння за середніми багаторічними даними складала 100 мм. Кількість опадів від сходів до цвітіння за сценарієм RCP 4.5 збільшиться на 17–19 %. Сумарне випаровування зменшиться на 18 %.

За середніми багаторічними значеннями вологозабезпеченість посівів гороху від сівби до цвітіння коливалась до 1,08 відн. од. За умов реалізації сценарію зміни клімату RCP 4.5 вологозабезпеченість посівів гороху збільшиться в Лісостепу на 31 %.

Середня температура повітря коливатиметься в межах 17,8–19,7 °C, що буде нижче рівня середньої багаторічної на 0,3–0,8 °C.

В період від цвітіння до досягання сума опадів коливалась в середньому багаторічному від 64 мм до 117 мм. За сценарієм зміни клімату RCP 4.5 сума опадів зросте на 3 %.

Сумарне випарування в період від цвітіння до досягання за середніми багаторічними значеннями складатиме 110 мм.

В період цвітіння-досягання за сценарієм зміни клімату RCP 4.5 сумарне випарування зменшиться на 7 %. Випаровуваність зменшиться на 4 %.

За середніми багаторічними значеннями вологозабезпеченість посівів гороху від цвітіння до досягання коливалась від 0,5 відн. од до 1,05 відн. Од. За умов реалізації сценарію зміни клімату RCP 4.5 за період 2015–2050 рр. вологозабезпеченість зросте до 1,4 відн. од.

Кількість опадів за умов реалізації сценарію зміни клімату RCP 4.5 за вегетаційний період збільшиться на 14 %.

Зміни агрокліматичних умов спричинять зміну показників фотосинтетичної діяльності посівів гороху, що обумовить рівень його урожайності. Такими показниками будуть розміри фотосинтезуючої площі та фотосинтетичний потенціал посівів, кількісні показники приростів рослинної біомаси на одиницю площі, чиста продуктивність фотосинтезу (ефективність процесу фотосинтезу на одиницю площі листової поверхні), урожай загальної біомаси посівів та урожай біомаси зерна, коефіцієнт господарської ефективності, який показує долю урожаю господарсько-цінної частини врожаю в загальному врожаї біомаси посівів [82].

Розглянемо більш детально розподіл цих показників стосовно Лісостепу України при зміні кліматичних умов за сценарієм RCP 4.5 в порівнянні з показниками фотосинтетичної продуктивності гороху, які розраховані за середніми багаторічними даними [83].

Динаміка окремих показників фотосинтетичної діяльності наводиться на рис. 1–4 та табл. 2.

Як видно з рис. 1 площа листа в період максимального розвитку в середньому за базовий період коливалась в межах $2,0 \text{ м}^2/\text{м}^2$. Розрахунки за сценаріями RCP 4.5 по варіанту «клімат» показують, що збільшення площі листа відбудеться за сценарієм RCP 4.5 на 9 %.

Розрахунки за варіантом «клімат + збільшення CO_2 » вказують на збільшення площі листа в порівнянні із її середнім багаторічним значенням і в порівнянні з варіантом «клімат», а саме на 13 %.

За умови реалізації сценарію зміни клімату RCP 4.5 буде очікуватись більш інтенсивне формування площі асимілюючої поверхні в порівнянні з середніми багаторічними даними.

⁸² Громов А. А. Методические указания по определению основных показателей фотосинтетической деятельности растений в посевах. Оренбург : Издательский центр ОГАУ, 2001. С. 16.

⁸³ Васильченко В. В. Україна та глобальний парниковий ефект. Книга 2. Вразливість і адаптація екологічних та економічних систем до зміни клімату. Київ : Агентство з раціонального використання енергії та екології, 1998. С. 208.

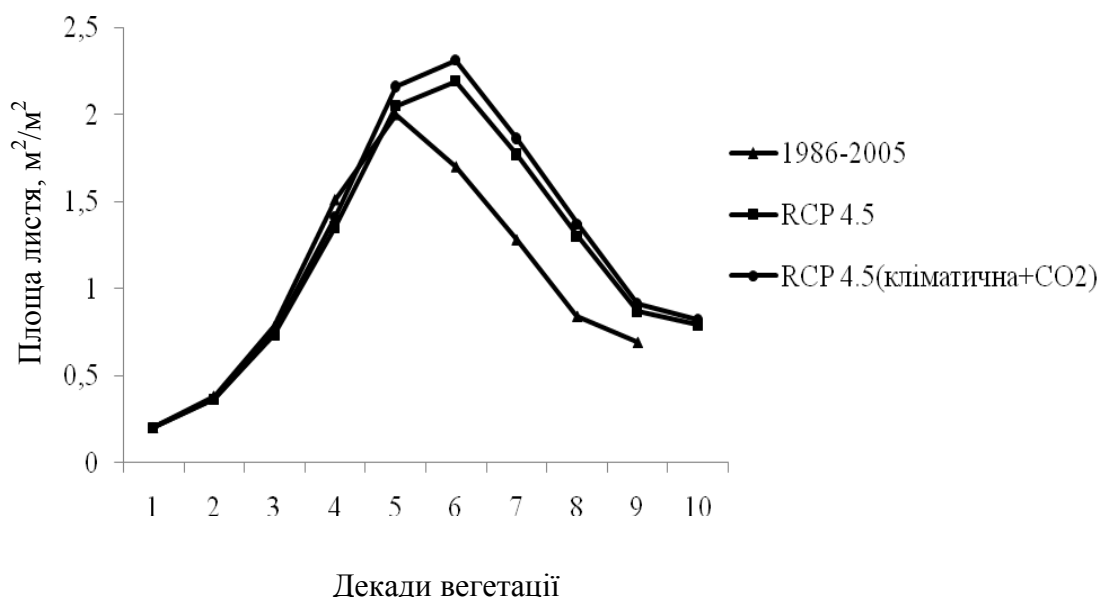


Рис. 1. Динаміка площі листя гороху в лісостеповій зоні України за середньобагаторічними даними та за сценарієм зміни клімату RCP 4.5

Джерело: авторські розрахунки.

2. Показники фотосинтетичної продуктивності гороху за середніми багаторічними даними та сценарієм зміни клімату в Лісостепу України

Період	1986–2005 рр.	RCP 4.5	
Варіант	Базовий	Клімат	Клімат + збільшення CO ₂
Площа листя в період максимального розвитку, м²/м²	2,0	2,2	2,3
Чиста продуктивність фотосинтезу в період максимального розвитку, г/(м² дек)	76	69	71
Приріст маси в період максимального розвитку, г/(м² дек)	135	145	155
Суха біомаса, г/м²	451	510	544
Фотосинтетичний потенціал, м²/м²	91	109	121

Джерело: авторські розрахунки.

Ще одним показником фотосинтетичної діяльності посівів гороху є суха біомаса рослин. В базовий період середні багаторічні значення сухої маси досягли 451 г/м² (рис. 2). Так, в разі реалізації сценарію RCP 4.5 у варіанті «клімат» спостерігатиметься збільшення на 12 %.

У розрахунках за цим же сценарієм у варіанті «клімат + збільшення CO₂» збільшення сухої маси буде вище в порівнянні як із середньою багаторічною, так і в порівнянні зі значеннями варіанту «клімат» і становитиме відповідно 544 г/м², що більше середніх багаторічних значень сухої маси на 17 %.

У відповідності із змінами площі листя, сухої маси рослин буде змінюватись і значення фотосинтетичного потенціалу (ФСП).

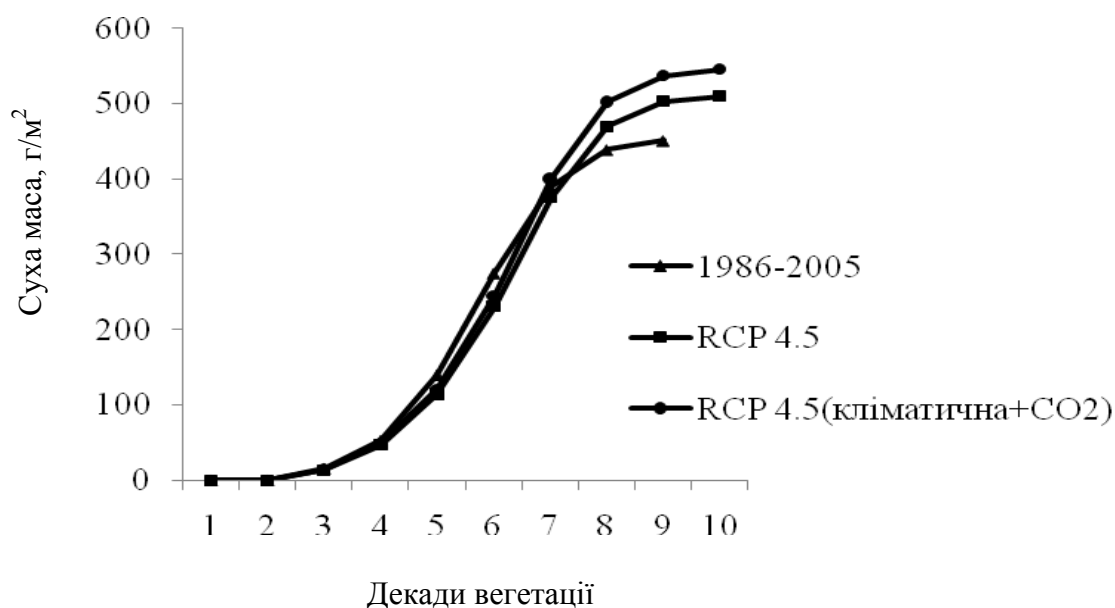


Рис. 2. Суха маса гороху в лісостеповій зоні України за середньобагаторічними даними та за сценарієм зміни клімату RCP 4.5.

Джерело: авторські розрахунки.

Як видно з рис. 3 за базовий період значення фотосинтетичного потенціалу становили 91 м²/м². Розрахунки за сценарієм і по всіх варіантах показали, що в період з 2015 по 2050 рр. відбудеться збільшення фотосинтетичного потенціалу, але інтенсивність збільшення різна за різними сценаріями і за варіантами.

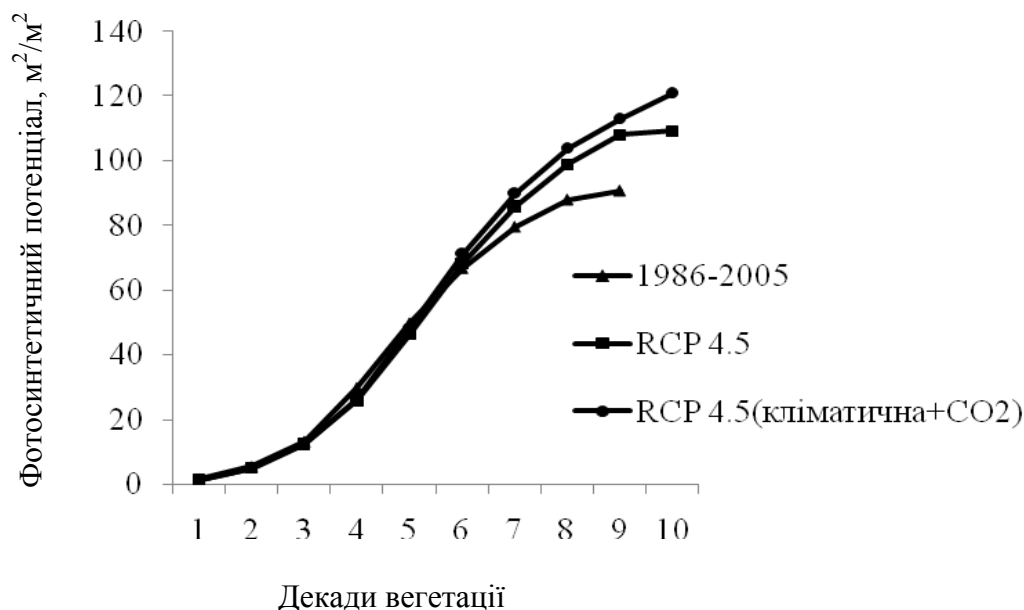


Рис. 3. Фотосинтетичний потенціал гороху в лісостеповій зоні України за середньобагаторічними даними та за сценарієм зміни клімату RCP 4.5

Джерело: авторські розрахунки.

Динаміка наростання фотосинтетичного потенціалу, розрахованого за сценарієм RCP 4.5 до п'ятої декади вегетації співпадає із середніми багаторічними за базовий період.

Розглянемо як зміниться фотосинтетичний потенціал до кінця вегетації гороху. В Лісостепу фотосинтетичний потенціал за сценарієм RCP 4.5 буде зростати на 17 % у варіанті «клімат» та на 25 % у варіанті «клімат + збільшення CO₂» і становитиме 109 та 121 м²/м² відповідно (рис. 3).

Ще одним показником фотосинтетичної діяльності рослин є чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ). Найвищі значення чистої продуктивності фотосинтезу за середніми багаторічними даними становили 76 г/м² (рис. 4).

В разі реалізації сценарію RCP 4.5 чиста продуктивність фотосинтезу у варіантах «клімат» зменшиться на 7 г/м² (10 %), у варіанті «клімат + збільшення CO₂» на 5 г/м² (17 %).

Збільшення до 2050 р. усіх показників фотосинтетичної продуктивності посівів гороху спричинить підвищення його врожаїв, а саме до 24 ц/га.

За сценарієм RCP 4.5 в обох варіантах очікуються найбільші прирости врожаю – до 27 та 29 ц/га, що вище середнього багаторічного на 11–17 % відповідно.

В цілому можна сказати, що за сценарієм в усіх зонах очікується значна зміна агрокліматичних умов росту, розвитку та формування продуктивності гороху по території Лісостепу України. Оцінка коливань його урожайності показала, що при зміні клімату за сценарієм RCP 4.5 складуться сприятливі умови для вирощування гороху.

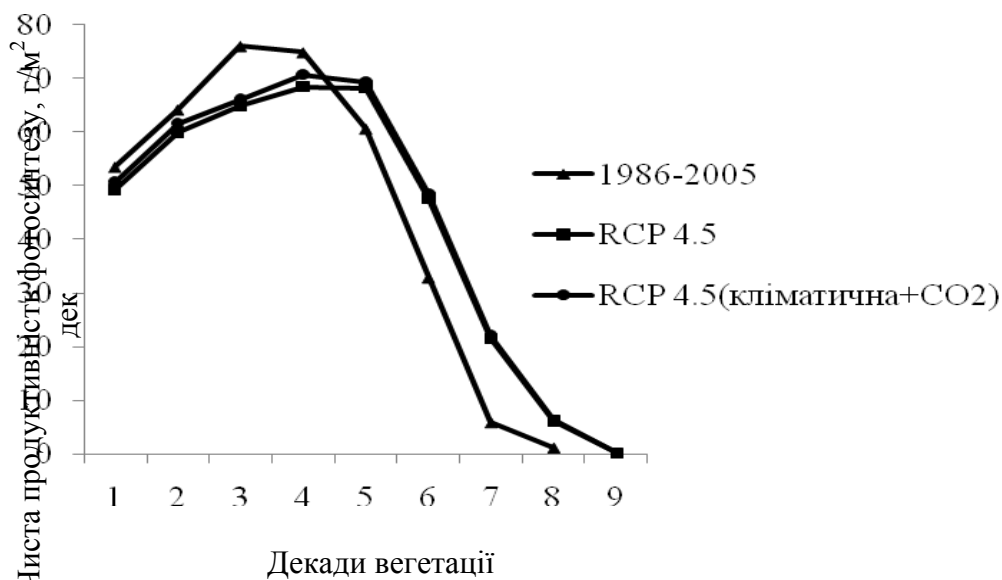


Рис. 4. Чиста продуктивність фотосинтезу гороху в лісостеповій зоні України за середньобагаторічними даними та за сценарієм зміни клімату RCP 4.5

Джерело: авторські розрахунки.

Після проведених розрахунків можна сказати, що за сценарієм RCP 4.5 очікується значна зміна агрокліматичних умов росту, розвитку та формування продуктивності гороху. Оцінка коливань урожайності гороху показала, що при зміні клімату за сценарієм RCP 4.5 складуться сприятливі умови для вирощування гороху. Очікуються найбільші прирости врожаю – до 27 та 29 ц/га, що на 11–17 % вище середньобогаторичних.

3.4. Перспективи вирощування тритикале озимого як джерела поновлювальної енергії в умовах зміни клімату в Західному Лісостепу України

*Костюкєвич Т. К., Толмачова А. В., Бортник М. В.
Одеський державний екологічний університет*

Сьогодні ні для кого вже не секрет, що однією з найгостріших проблем є зачне збільшення концентрації вуглекислого газу в атмосфері та глобальне потепління. Перш за все це пов'язано зі збільшенням видобутку нафти, яка в 25 разів вище ніж століття тому. За таких умов, усі запаси палива вичерпаються в найближчі роки. Пошуку відновлюваних енергоресурсів і розробці альтернативних видів енергії приділяється особлива увага. В свою чергу, першість віддається енергоємним сільськогосподарським культурам, які мають значні переваги перед видобутими.

Для максимального збереження природних ресурсів застосовується замкнутий цикл обміну використання і відновлення енергії. Цій умові відповідає використання палива на основі біоетанолу, який вже встиг охопити більшу частину світового ринку енергоносіїв. Завдяки цьому відбувається природний обмін речовин, при якому вуглекислий газ поглинається рослинами, а не концентрується в атмосфері. Біоетанол може відмінно використовуватися в звичайних двигунах в суміші з бензином, при цьому, не змінюючи конструкції останнього, а додавання біоетанолу в бензин збільшує октанове число до 1,5 одиниць [84].

Сучасне потепління викликає значну зміну агрокліматичних умов росту, розвитку та формування продуктивності сільськогосподарських культур. Воно супроводжується істотним підвищенням температури повітря у зимові місяці, збільшенням кількості тривалих відлиг, часового зрушення розвитку природних процесів, змінами тривалості сезонів року, подовженням беззаморозкового періоду та тривалості вегетаційного періоду сільськогосподарських культур, збільшенням

⁸⁴ Проблемы биотоплива в Украине. URL : <http://abc.in.ua/problemey-biotopliva-v-ukraine/> (дата звернення: 10.04.2019 р.)