

УДК 635.5:633.16

**ФОТОСИНТЕТИЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЯРОГО ЯЧМЕНЮ
В УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ****А. М. Польовий**, д-р геогр. наук, акад. АНВШ України, проф.**Л. Ю. Божко**, канд. геогр. наук, доц.**О. А. Барсукова**, канд. геогр. наук, доц.*Одеський державний екологічний університет,
вул. Львівська, 15, 65016, Одеса, Україна, apolevoy@te.net.ua*

Досліджено вплив змін клімату на фотосинтетичну продуктивність ярого ячменю в усіх природно-кліматичних зонах України за два періоди: з 2001 по 2030 рр. та з 2031 по 2050 рр. Виконано аналіз динаміки показників фотосинтетичної продуктивності посівів ярого ячменю на матеріалах середніх багаторічних спостережень за період з 1986 по 2005 рр. на прикладі чотирьох агрокліматичних зон: Полісся, Західний Лісостеп, Східний Лісостеп та Степ. Зроблені розрахунки показників фотосинтетичної продуктивності ячменю за моделлю, розробленою А. М. Польовим. Для оцінки можливих змін клімату було використано 2 сценарії: «помірний» - *A1B* та «жорсткий» - *A2*.

Ключові слова: фотосинтетична продуктивність, асимілююча поверхня, фотосинтетичний потенціал, чиста продуктивність фотосинтезу, урожай.

1. ВСТУП

Урожай сільськогосподарських культур створюють наявність біологічних властивостей рослин, сукупність технологічних заходів вирощування рослин, особливості ґрунтового покриву та погодних умов і клімату, соціальна значущість продукції та її економічне значення.

Ярий ячмінь вирощують в Україні як продовольчу, кормову та технічну культуру. Проте за обсягом використання його продукції в народному господарстві він є, насамперед, однією з цінних зернофуражних культур, частка якої в балансі концентрованих кормів є значною.

Ячмінь є важливою продовольчою культурою. Із зерна скловидного крупнозерного дворядного ячменю виробляють перлову та ячмінну крупу, у складі якої міститься 9 — 11 % білка, 82 — 85 % крохмалю. За розмірами посівних площ серед зернових культур в Україні ярий ячмінь займає друге місце після озимої пшениці. Середній урожай ярого ячменю по території України коливається від 25 до 30 ц/га.

Урожайність ярого ячменю залежить від багатьох факторів, серед яких найважливішими є світло, тепло, волога, мінеральне живлення тощо. Зміни клімату, які особливо відчутні в останнє десятиліття, спричиняють зміну агрокліматичних умов вирощування ярого ячменю, які, в свою чергу, спричиняють зміну темпів розвитку культури, показників формування її продуктивності, яка значною мірою визначає рівень врожайності.

2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Фотосинтетична діяльність рослин залежить головним чином від надходження сонячної радіації, як первинного джерела усіх біологічних і фізичних процесів, які відбуваються в рослинах. За даними [1- 5] роль сонячної радіації в житті рослин багатостороння і визначається вона не тільки закономірностями зміни елементів фотосинтетичної діяльності рослин в залежності один від одного, але і під впливом змін агрокліматичних та агротехнічних заходів, густоти рослин, норм і термінів зрошення та норм і термінів живлення. Тому головною метою даного дослідження було дослідити вплив зміни кліматичних умов майбутнього на фотосинтетичну продуктивність посівів ярого ячменю, основними показниками якої є розміри асимілюючої поверхні та фотосинтетичний потенціал посівів, кількісні показники приростів рослинної біомаси на одиницю площі, чиста продуктивність фотосинтезу та урожай зерна. Детальний аналіз динаміки показників фотосинтетичної продуктивності посівів ярого ячменю виконувався на матеріалах середніх багаторічних спостережень за період з 1986 по 2005 рр. у відповідності з агрокліматичним довідником України [6] на прикладі чотирьох агрокліматичних зон: Полісся, Західний Лісостеп, Східний Лісостеп та Степ. По цих же зонах України виконувались розрахунки показників фотосинтетичної продуктивності ячменю за моделлю, розробленою А.М. Польовим. Для оцінки можливих змін клімату було використано 2 сценарії: «помірний» - *A1B*, який передбачає

рівновагу між усіма джерелами енергії, та «жорсткий» - *A2*, який передбачає невизначеності стосовно визначальних факторів і базується на використанні різних концепцій моделювання, які застосовують аналогічні припущення стосовно визначальних факторів [7, 8]. Розрахунки виконувались за два проміжки часу з 2011 по 2030 рр. (перший розрахунковий період) та 2031 – 2050 рр. (другий розрахунковий період).

Одним із найпростіших методів відображення можливих змін у кліматичному режимі будь-якої метеорологічної величини є порівняння з минулими даними, зокрема, середніми багаторічними величинами за базовий період. В даному дослідженні за базовий береться період з 1986 по 2005 рр.

Слід зазначити, що вплив зміни клімату на формування продуктивності ярого ячменю розглядався за умов сучасної агротехніки та сучасних сортів культури. Для дослідження впливу кліматичних змін на формування продуктивності ярого ячменю на фоні зміни кліматичних умов нами розглядалися такі варіанти:

- базовий (середні багаторічні);
- кліматичні умови періоду;
- кліматичні умови періоду + збільшення CO_2 в атмосфері до 470 ppm.

Важливу роль у формуванні урожаїв сільськогосподарських культур відіграє максимальна площа листя та тривалість її роботи. Одним із показників фотосинтетичної діяльності є розмір асимілюючої площі, який виражається в m^2/m^2 . На величину фотосинтетичної роботи листя впливають агрометеорологічні умови вегетації, густина посівів, своєчасність внесення добрив, надходження сумарної радіації. За високої агротехніки вирощування рослин розміри асимілюючої поверхні в значній мірі залежать переважно від надходження сонячної енергії, термічного режиму повітря і ґрунту, мінерального живлення.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Використовуючи сценарії можливих змін клімату *A2* та *A1B* були розраховані основні показники фотосинтетичної продуктивності посівів ячменю за вказаними вище варіантами – середні багаторічні (базовий період), за варіантом «Клімат» та за варіантом «Клімат + CO_2 » за обидва розрахункові періоди, тобто за 2011 – 2030 рр. та 2031 – 2050 рр. представлені в табл. 1.

Середні багаторічні значення фотосинтезуючої поверхні відзначались найбільшими в Схід-

ному Лісостепу і становили $1,95 \text{ m}^2/\text{m}^2$, в Поліссі і в Західному Лісостепу – $1,87 \text{ m}^2/\text{m}^2$, найменшими в Степу – $1,7 \text{ m}^2/\text{m}^2$.

Із табл. 1 видно, що очікувані зміни фотосинтетичної продуктивності будуть різними як за різними сценаріями, так і по окремих природно – кліматичних зонах.

Як показують розрахунки за обома сценаріями, показники фотосинтетичної діяльності посівів ярого ячменю підвищаться в обидва розрахункові періоди в порівнянні з середніми багаторічними значеннями, окрім показників у варіанті «Клімат» за сценарієм *A1B*, де вони очікуватимуться нижчими в Поліссі і Східному Лісостепу в перший розрахунковий період.

Крім того, наростання площі асимілюючої поверхні в усіх зонах буде збільшуватись поступово в перший період в усіх варіантах і продовжиться в другий розрахунковий період у варіанті «Клімат», потім спостерігатиметься подальше зростання у варіанті «Клімат + CO_2 » за винятком Західного Лісостепу. В цій зоні збільшення асимілюючої поверхні за обома сценаріями буде очікуватись в перший розрахунковий період за варіантом «Клімат» до $2,87$ та $3,49 \text{ m}^2/\text{m}^2$, за варіантом «Клімат + CO_2 » до $3,85$ – $3,14 \text{ m}^2/\text{m}^2$, і буде зменшуватись в другий розрахунковий період до $2,79$ та $3,06 \text{ m}^2/\text{m}^2$ за сценарієм *A2*, та до $2,23$ – $2,43 \text{ m}^2/\text{m}^2$ за сценарієм *A1B*.

В Поліссі і в Степу за сценарієм *A2* значне збільшення площі листя в період максимального розвитку буде спостерігати в другий розрахунковий період у варіанті «Клімат + CO_2 » і становитиме відповідно $2,97$ та $3,48 \text{ m}^2/\text{m}^2$. За сценарієм *A1B* найбільша площа листя спостерігатиметься в другий період (2031 – 2050 рр.) в Східному Лісостепу і Степу і становитиме у варіанті «Клімат» відповідно $2,83$ та $3,17 \text{ m}^2/\text{m}^2$, а у варіанті «Клімат + CO_2 » – $3,10$ – $3,48 \text{ m}^2/\text{m}^2$ відповідно.

Як видно із наведених даних, збільшення площі листя ярого ячменю в обох варіантах по території України буде нерівномірним, найбільший приріст спостерігатиметься в Західному Лісостепу і в Степу, найменший – у Поліссі.

Впродовж вегетаційного періоду динаміка наростання площі листя за обома сценаріями в усіх природно – кліматичних зонах була однаковою, але кількісні її показники відрізнятимуться. Для прикладу на рис. 1 та 2 наводиться динаміка наростання асимілюючої поверхні в зонах найбільших очікуваних змін – в Західному Лісостепу та в Степу.

Таблиця 1 – Порівняння середніх багаторічних показників фотосинтетичної продуктивності ярого ячменю з розрахованими за сценаріями зміни клімату *A2* та *A1B*

Розрахунковий період	Варіант	Площа листя, м ² /м ²	Чиста продуктивність фотосинтезу, г/м ²	Фотосинтетичний потенціал, м ² /м ²	Урожай, ц/га
1	2	3	4	5	6
За сценарієм <i>A2</i>					
Полісся					
1986-2005 рр.	Базовий	1,87	71	87	25
2011-2030 рр.	Клімат	2,22	69	112	31
	Клімат+CO ₂	2,43	71	121	35
2031-2050 рр.	Клімат	2,71	74	133	40
	Клімат+CO ₂	2,97	76	145	45
Західний Лісостеп					
1986-2005 рр.	Базовий	1,87	76	86	27
2011-2030 рр.	Клімат	3,49	71	173	50
	Клімат+CO ₂	3,85	72	189	56
2031-2050 рр.	Клімат	2,79	74	132	38
	Клімат+CO ₂	3,06	76	144	43
Східний Лісостеп					
1986-2005 рр.	Базовий	1,95	67	91	25
2011-2030 рр.	Клімат	3,35	66	172	45
	Клімат+CO ₂	3,69	68	187	51
2031-2050 рр.	Клімат	2,08	72	100	31
	Клімат+CO ₂	2,26	75	107	34
Степ					
1986-2005 рр.	Базовий	1,7	80	74	25
2011-2030 рр.	Клімат	2,63	83	122	42
	Клімат+CO ₂	2,86	85	131	46
2031-2050 рр.	Клімат	3,17	81	140	47
	Клімат+CO ₂	3,48	83	152	53
За сценарієм <i>A1B</i>					
Полісся					
1986-2005 рр.	Базовий	1,87	71	86	25
2011-2030 рр.	Клімат	1,82	73	83	26
	Клімат+CO ₂	1,97	75	90	29
2031-2050 рр.	Клімат	2,02	69	95	27
	Клімат+CO ₂	2,21	71	103	30
Західний Лісостеп					
1986-2005 рр.	Базовий	1,87	76	87	27
2011-2030 рр.	Клімат	2,87	80	127	42
	Клімат+CO ₂	3,14	85	137	46
2031-2050 рр.	Клімат	2,23	73	105	31
	Клімат+CO ₂	2,43	76	113	34
Східний Лісостеп					
1986-2005 рр.	Базовий	1,95	67	91	25
2011-2030 рр.	Клімат	1,85	76	85	27
	Клімат+CO ₂	2,00	78	92	30
2031-2050 рр.	Клімат	2,83	70	131	39
	Клімат+CO ₂	3,10	72	143	44
Степ					
1986-2005 рр.	Базовий	1,70	80	74	25
2011-2030 рр.	Клімат	2,63	83	122	42
	Клімат+CO ₂	2,88	85	131	46
2031-2050 рр.	Клімат	3,17	81	140	47
	Клімат+CO ₂	3,48	83	152	53

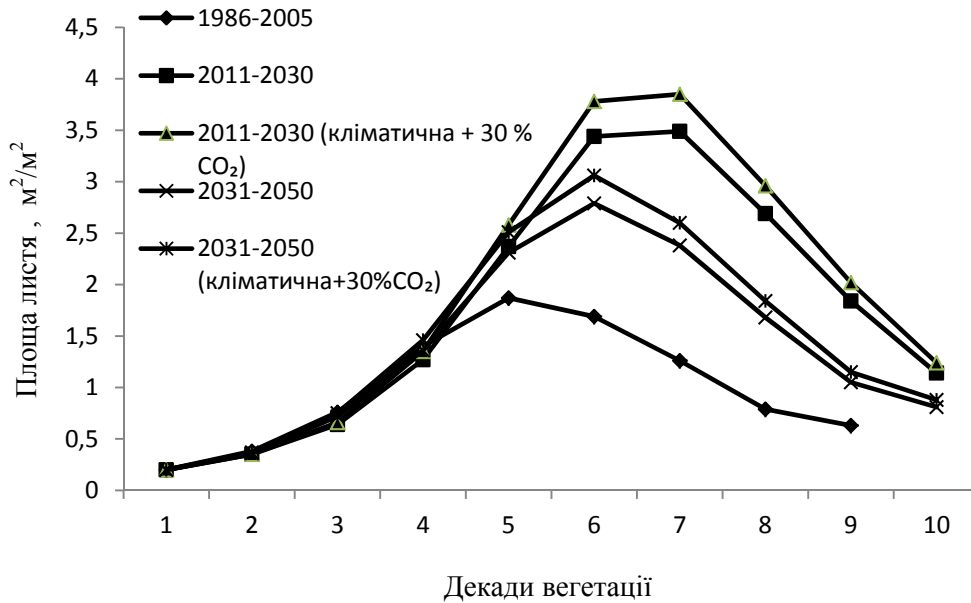


Рис. 1 – Динаміка площі листя ярого ячменю в Західному Лісостепу за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) та за сценаріями зміни клімату А1В (2011-2030 рр.) і (2031-2050 рр.).

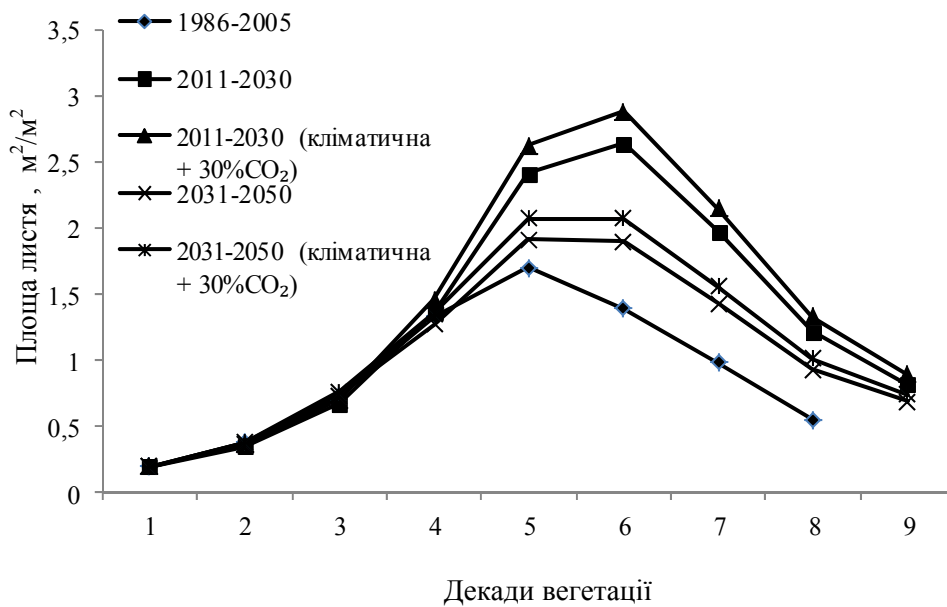


Рис. 2 – Динаміка площі листя ярого ячменю в Степу за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) та за сценаріями зміни клімату А1В (2011-2030 рр.) і (2031-2050 рр.).

Найбільш інтенсивне наростання площі листя за обома сценаріями буде спостерігатись починаючи з четвертої і закінчуючи сьомою декадою вегетації. Але в Західному Лісостепу в другий розрахунковий період у варіантах «Клімат» та «Клімат + CO₂» це наростання буде вищим, ніж в Степу.

Збільшення площі листя сприятиме збільшенню фотосинтетичного потенціалу ярого ячменю. Як видно із табл. 1, збільшення фотосинтетичного потенціалу у порівнянні з серед-

ньою багаторічною величиною буде спостерігатись за обома сценаріями в усіх природно – кліматичних зонах України. В Поліссі та в Степу збільшення фотосинтетичного потенціалу спостерігатиметься поступово в першому розрахунковому періоді у варіанті «Клімат» до 112 м²/м², в другому до 133 м²/м² за сценарієм А2. У цьому ж варіанті за сценарієм А1В буде спостерігатись невелике зменшення фотосинтетичного потенціалу до 83 м²/м² в перший розрахунковий період та збільшення до

95 м²/м² - в другий. При підвищенні вмісту CO₂ збільшення його становитиме 121 – 145 м²/м² за сценарієм A2, та 90 та 103 м²/м² за сценарієм A1B. Така ж динаміка зміни фотосинтетичного потенціалу спостерігатиметься і в Східному Степу за сценарієм A1B. По іншому відбуватиметься зміна величини фотосинтетичного потенціалу в зоні Західного Лісостепу. За обома сценаріями змін клімату в цій зоні найбільший приріст фотосинтетичного потенціалу ярого ячменю спостерігатиметься в усіх варіантах в перший розрахунковий період. Причому, приріст його за сценарієм A2 буде вищим і становитиме за варіантами 173 та 189 м²/м² відповідно, тоді як за сценарієм A1B він становитиме 127 та 137 м²/м². В другий розрахунковий період значення фотосинтетичного потенціалу буде 132 та 144 м²/м² за сценарієм A2, і 105 та 113 м²/м² за сценарієм A1B. Такі відмінності добре видні на рис. 3 (а, б). В умовах збільшення CO₂ фотосинтетичний потенціал ярого ячменю найбільше зростає в За-

хідному та Східному Лісостепу на 120 та 105 % відповідно, найменше зростання спостерігатиметься в Поліссі – 39 % в порівнянні з базовим. Чиста продуктивність фотосинтезу в середньому багаторічному по території України мала найменше значення в Східному Лісостепу і фотосинтетичний потенціал.

Чиста продуктивність фотосинтезу в середньому багаторічному по території України мала найменше значення в Східному Лісостепу і становила 67 г/м², найбільше – 80 г/м² в Степу. Порівняння значень чистої продуктивності фотосинтезу, отриманих за сценаріями A2 та A1B показало, що в Поліссі та Східному Лісостепу за сценарієм A2 чиста продуктивність у варіантах «Клімат» та «Клімат + CO₂» в перший розрахунковий період майже залишиться на рівні середніх багаторічних значень. В Західному Лісостепу вона зменшиться на 4-5 г/м² в обидва розрахункові періоди в порівнянні з середніми багаторічними значеннями.

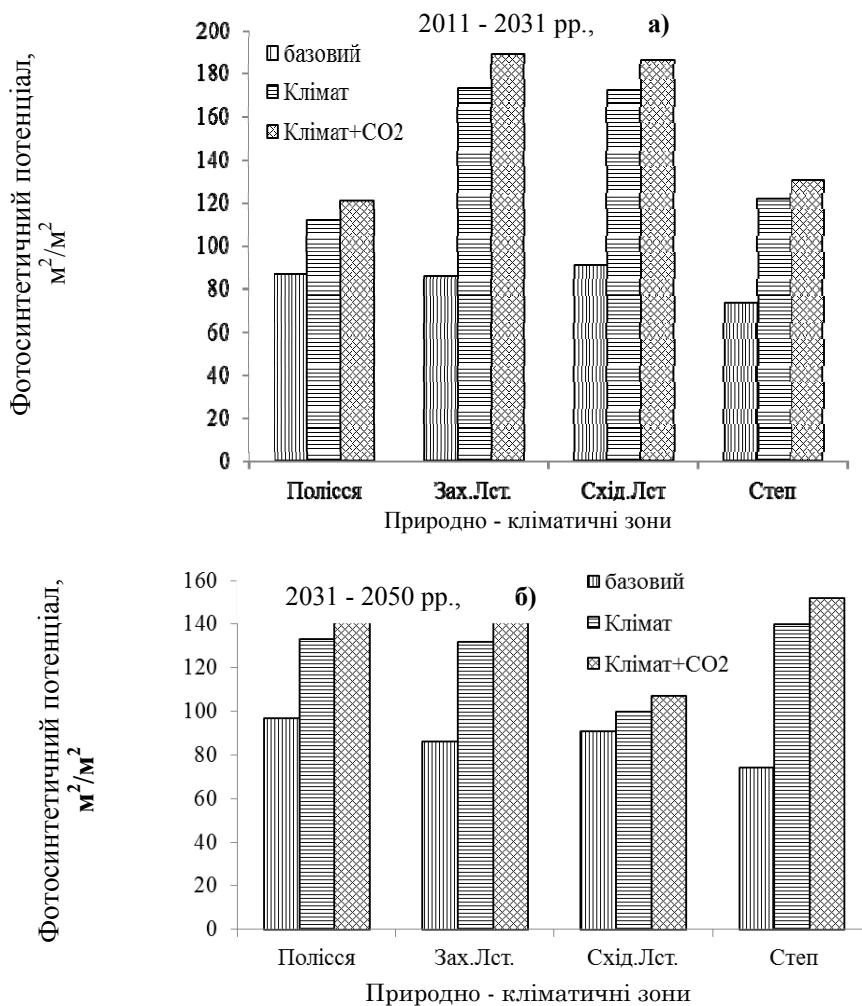


Рис. 3 – Порівняльна характеристика фотосинтетичного потенціалу по природно – кліматичних зонах за сценарієм A2. 1 – базовий період; 2 – варіант «клімат»; 3 – варіант «клімат + CO₂».

Тільки в Степу значення чистої продуктивності зросте в обидва розрахункові періоди до 81 – 85 г/м². За сценарієм А1В в усіх природно – кліматичних зонах України чиста продуктивність фотосинтезу збільшуватиметься в обидва розрахункові періоди на 2 – 3 г/м². І тільки в зоні Західного Лісостепу в перший розрахунковий період у варіанті «Клімат + CO₂» збільшення її буде становити до 80 г/м², тобто на 9 г/м² буде вище середньої багаторічної величини.

На рис. 4 та 5 представлена динаміка чистої продуктивності ярого ячменю впродовж вегетаційного періоду за сценарієм А2 та А1В.

Збільшення асимілюючої поверхні та фотосинтетичного потенціалу за обома сценаріями сприятиме збільшенню сухої біомаси рослин в усі періоди в кожній зоні, але темпи зростання будуть різними. Так, суха біомаса ярого ячменю в перший період (2011-2030 рр.) збільшиться в Поліссі та Східному Лісостепу на 3 – 6 %, тобто буде майже на рівні середнього багаторічного значення. В Західному Лісостепу це збільшення становитиме – 52 %, в Степу – 56 % в порівнянні з базовим періодом.

Підвищення вмісту CO₂ в перший період сприятиме збільшенню сухої біомаси рослин в Поліссі на 14 %, Західному Лісостепу – на 70 %, Східному Лісостепу – на 18 %, в Степу – на 74 %.

Збільшення показників фотосинтетичної продуктивності посівів сприятиме збільшенню врожаю зерна.

Середній урожай в базовому періоді становив в Поліссі, Східному Лісостепу та Степу 25 ц/га, в Західному Лісостепу - 27 ц/га.

За сценарієм зміни клімату А2 в перший період врожай зросте в Поліссі – до 31 ц/га, Західному Лісостепу – до 50 ц/га, Східному Лісостепу – до 45 ц/га та в Степу – до 2 ц/га. Найбільший приріст врожаю в цей період буде спостерігатись в Західному Лісостепу. Збільшення вмісту CO₂ в атмосфері з 380 до 470 ppm суттєво підвищить рівень показників фотосинтетичної діяльності посівів і, як результат, збільшення врожаю зерна. Очікуваний урожай ярого ячменю становитиме в Поліссі 35 ц/га, а в Західному Лісостепу 56 ц/га, що на 10 ц/га та 29 ц/га більше порівняно з базовим періодом.

В другий період (2031-2050 рр.) збільшення врожаю продовжиться тільки в Поліссі до 40 ц/га, що на 15 ц/га більше, ніж в базовий період: в Західному Лісостепу він становитиме – 38 ц/га, що на 11 ц/га більше ніж в базовий період, але на 12 ц/га менше, ніж в перший період (1986-2005 рр.). Урожай ярого ячменю в Східному Лісостепу зросте в порівнянні з першим періодом незначно до 31 ц/га.

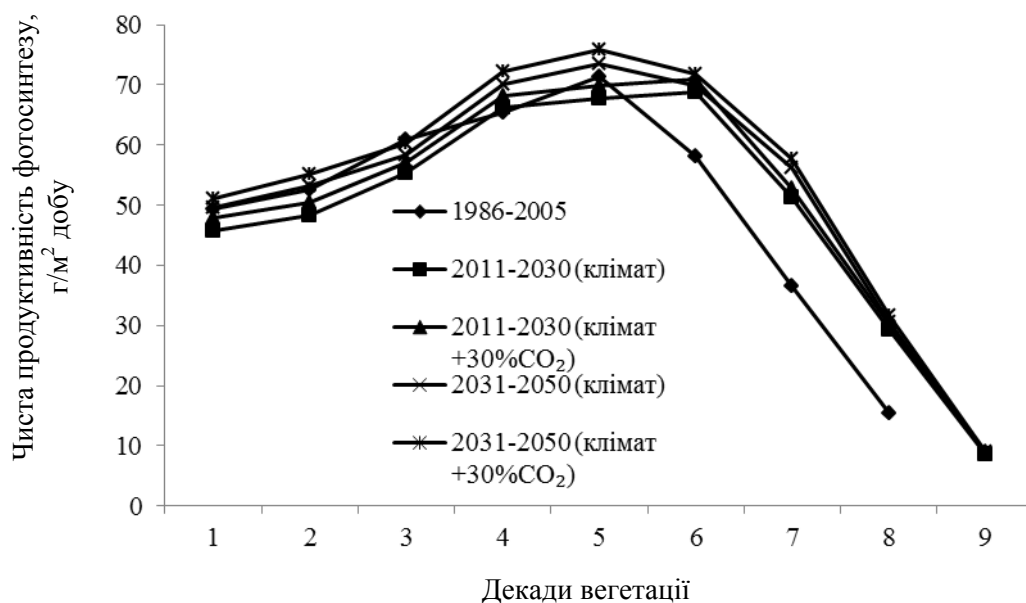


Рис. 4 – Динаміка чистої продуктивності фотосинтезу ярого ячменю в Поліссі за середніми багаторічними даними (1986-2005 рр.) та за сценаріями зміни клімату А2 (2011-2030 рр.) і (2031-2050 рр.).

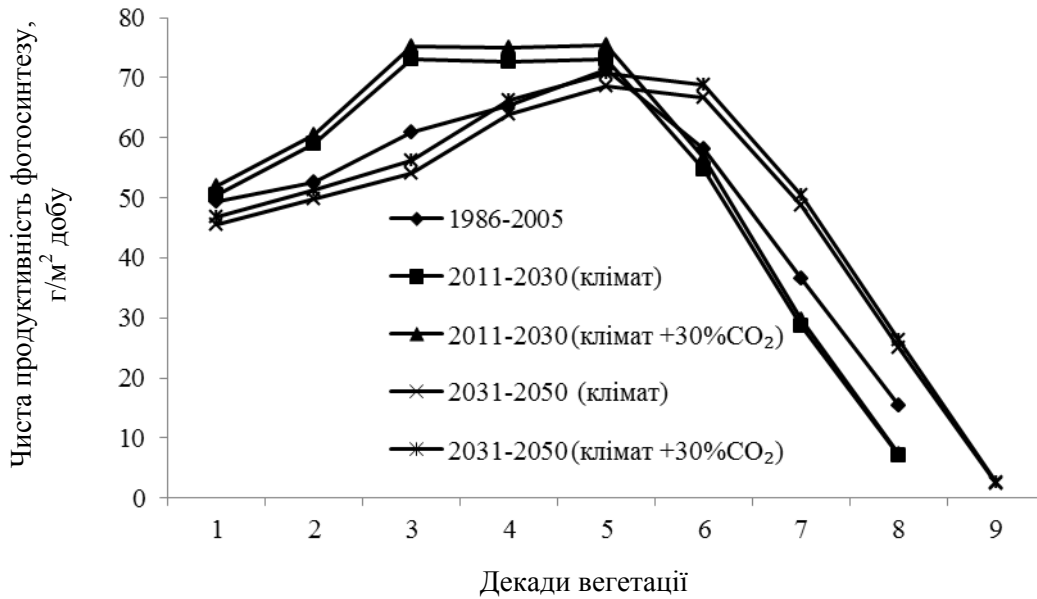


Рис. 5 – Динаміка чистої продуктивності ярого ячменю в Поліссі за середніми багаторічними даними (1986-2005 рр.) та за сценаріями зміни клімату А1В (2011-2030 рр.) і (2031-2050 рр.).

Найбільше зростання врожаю ярого ячменю в другий період очікуватиметься в Степу – до 47 ц/га, що на 22 ц/га більше середнього багаторічного.

Збільшення вмісту CO₂ в атмосфері з 380 до 470 ppm в другий період спричинить підвищення врожаю зерна в Поліссі до 45 ц/га, в Західному Лісостепу до 43 ц/га, що відповідно на 20 ц/га та 16 ц/га більше порівняно з базовим періодом. Найменший приріст урожаю очікуватиметься в Східному Лісостепу – до 34 ц/га. Найвищий приріст урожаю очікуватиметься в Степу – до 53 ц/га, що на 29 ц/га вище середнього багаторічного і на 7 ц/га вище такого ж варіанту в першому періоді.

За умов реалізації сценарію А1В урожай ярого ячменю в перший період (2011-2030 рр.) в Поліссі очікуватиметься до 26 ц/га, тобто майже на рівні середніх багаторічних значень. В Західному Лісостепу урожай буде очікуватись до 42 ц/га, що на 15 ц/га вище врожаю базового періоду, в Східному Лісостепу в перший період за сценарієм зміни клімату урожай буде 27 ц/га, в Степу урожай очікується майже на рівні середньої багаторічної величини. Збільшення вмісту CO₂ в атмосфері з 380 до 470 ppm в перший період суттєво підвищить рівень показників фотосинтетичної діяльності посівів, що спричинить підвищення врожаю зерна. Очікуваний урожай ярого ячменю за сценарієм А1В становитиме в Поліссі 29 ц/га, а в Західному Лісостепу 46 ц/га, що на 15 ц/га та 19 ц/га більше порівняно з базовим

періодом (табл. 1).

В другий розрахунковий період в Поліссі урожай ярого ячменю за сценарієм (2031-2050 рр.) становитиме 27 ц/га, що на 2 ц/га більше ніж в базовий період. В Західному Лісостепу він становитиме 31 ц/га, що на 4 ц/га більше середніх багаторічних даних. В Східному Лісостепу урожай очікуватиметься на рівні 39 ц/га, що на 14 ц/га більше, ніж середній багаторічний. В Степу урожай ярого ячменю за умовами зміни клімату зменшиться на 4 % в порівнянні з базовим періодом.

Збільшення вмісту CO₂ в атмосфері з 380 до 470 ppm в другий період підвищить рівень врожайності. Очікуваний урожай ярого ячменю становитиме в Поліссі 30 ц/га, а в Західному Лісостепу 34 ц/га, що на 7 ц/га більше порівняно з базовим періодом. А в Східному Лісостепу та в Степу урожайність зросте на 76 % та 8 % відповідно в порівнянні з базовим періодом.

Порівняння очікуваних урожаїв за різними сценаріями дає можливість зробити висновок, що підвищення врожаїв ярого ячменю за сценарієм А2 буде більш суттєвим, ніж за сценарієм А1В. Характер розподілу урожаю ярого ячменю на території України неоднорідний за обома сценаріями і в обох розрахункових періодах. На рис. 6 наводиться розподіл урожаю у відсотках від середнього багаторічного за сценарієм А2 в період 2011 – 2030 рр. та на рис. 7 розподіл урожаю за сценарієм А1В в той же самий період.

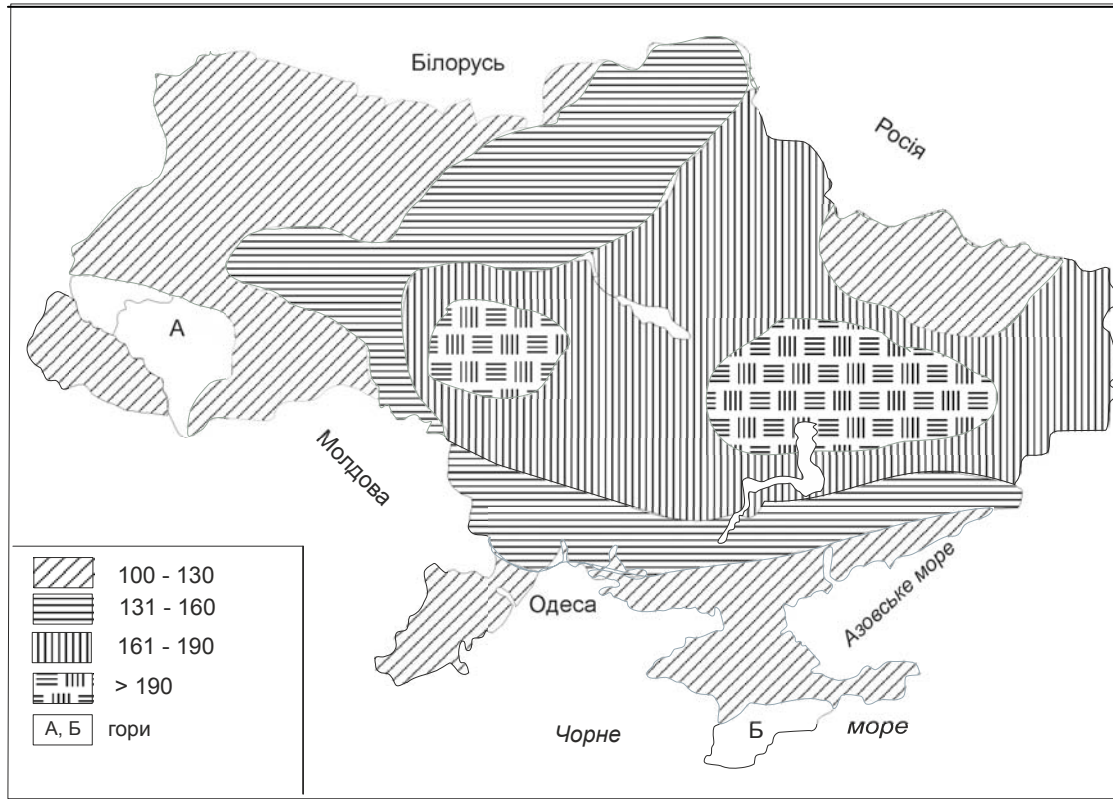


Рис. 6 – Очікуваний урожай ярого ячменю (відсоток від середнього багаторічного) за кліматичним сценарієм А2 2011 – 2030 рр.

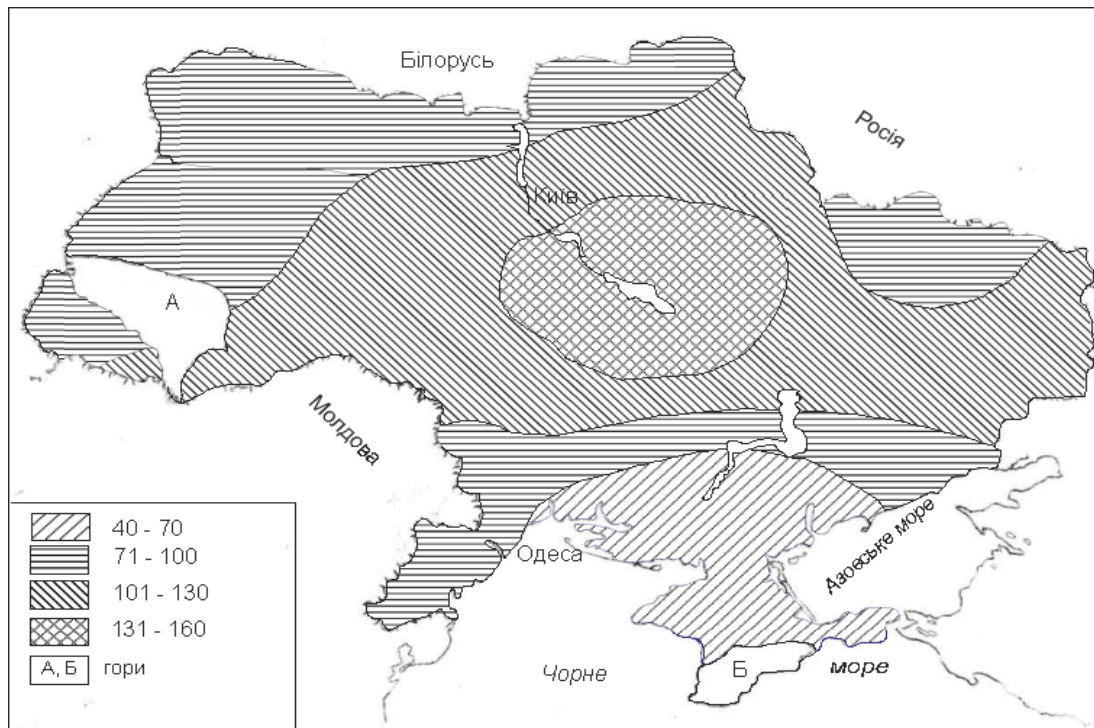


Рис. 7 – Очікуваний урожай ярого ячменю (відсоток від середнього багаторічного) за кліматичним сценарієм А1В 2011 – 2030 рр.

4. ВИСНОВКИ

Порівняння показників фотосинтетичної продуктивності ярого ячменю, розрахованими за сценаріями змін клімату показало, що зміни фотосинтетичної продуктивності ярого ячменю відрізнятимуться як за сценаріями, так і по природно – кліматичних зонах. За розрахунками за сценарієм А2 очікувані умови будуть більш сприятливі для формування фотосинтетичної продуктивності ярого ячменю і, отже, для формування більш високих врожаїв зерна. Формування врожаю зерна ярого ячменю буде неоднозначним в різних природно - кліматичних зонах. В деяких зонах урожайність значно підвищиться в перший розрахунковий період (Західний Степ), в деяких зонах навпаки це спостерігатиметься в другий розрахунковий період (Степ).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Тооминг Х. Г. Солнечная радиация и формирование урожая . Л.: Гидрометеоздат, 1977. 200 с.
2. Гойса Н. И., Перелет Н. А. Методические указания для расчета фотосинтетически активной радиации. Киев: Изд-во Всесоюзного НИИ сахарной свеклы, 1977. 26 с.
3. Будаговский А. И., Росс Ю. К. Основы количественной теории фотосинтетической деятельности посевов // в кн. Фотосинтезирующие системы высокой продуктивности. М.: Наука, 1966. С. 51 – 58.
4. Ничипорович А.А. Потенциальная продуктивность растений и принципы оптимального ее использования // Сельскохозяйственная биология. 1979. Т. 14, №6. С. 683 – 694.
5. Полевой А. Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов. Л.: Гидрометеоздат, 1988. 318 с.
6. Агрокліматичний довідник по території України / за ред. Т. І. Адаменко, М. І. Кульбіді, А. Л. Прокопенко. Кам'янець-Подільськ: 2011. 107 с.
7. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України / за ред. С. М. Степаненко, А. М. Польового. Одеса: Екологія. 2011. 694 с.
8. Jacob D., B.JJ.M. Van den Hurk, U. Andre, G. Elgered, C. Fortelius, L.P. Graham, S.D. Jackson, U. Karstens, Chr. Kopken, R. Lindau, R. Podzun, B. Rockel, F. Rubel, B.H. Sass, R.N.B. Smith, X. Yang: A comprehensive model inter-comparison study investigating the water budget during the BALTEX-PIDCAP period. *Me-teor. Atm.*, 2001, no. 77, pp. 61-73.

REFERENCES

1. Tooming H. G. *Solnechnaya radiatsiya i formirovanie urozhaya* [Solar radiation and the formation of the crop]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1977. 200 p.
2. Goysa N. I., Flight N. A. *Metodicheskie ukazaniya dlya rascheta fotosinteticheski aktivnoy radiatsii* [Guidelines for the calculation of photosynthetically active radiation]. Kiev: Publishing Research Institute for sugar beet, 1977. 26 p.
3. Budagovsky A. I., Ross J. K. Fundamentals of quantitative theory of photosynthetic activity of crops. *V kn. Fotosinteziruyushchiye sistemy vysokoy produktivnosti* [In the book : Photosynthetic high productivity systems]. Moscow: Science, 1966, pp. 51 - 58. (In Russian)
4. Nichiporovich A. A. The potential productivity of the plants and the principles of optimal use. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya - Agricultural Biology*, 1979, vol. 14, no. 6, pp. 683 - 694. (In Russian)
5. Polevoy A.N. *Prikladnoye modelirovanie i prognozirovanie produktivnosti posevov* [Application modeling and forecasting of crop production]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1988. 318 p.
6. Adamenko T.I., Kul'bida M.I., Prokopenko A.L. (Eds). *Ahroklimatichnyy dovidnyk po teritorii Ukrainy* [An agroclimatic reference book about territories of Ukraine]. Kamyane-Podilsk, 2011. 107 p.
7. Stepanenko S.M., Pol'ovyy A.M. (Eds). *Otsinka vplyvu klimatichnykh zmin na galuzi ekonomiky Ukrainy*. [An estimation of influence of climatic changes is on industry of economy of Ukraine]. Odessa: Ekolohiya, 2011. 694 p.
8. Jacob D., B.JJ.M. Van den Hurk, U. Andre, G. Elgered, C. Fortelius, L.P. Graham, S.D. Jackson, U. Karstens, Chr. Kopken, R. Lindau, R. Podzun, B. Rockel, F. Rubel, B.H. Sass, R.N.B. Smith, X. Yang: A comprehensive model inter-comparison study investigating the water budget during the BALTEX-PIDCAP period. *Me-teor. Atm.*, 2001, no. 77, pp. 61-73.

PHOTOSYNTHETIC PRODUCTIVITY OF SPRING BARLEY UNDER CONDITIONS OF CLIMATE CHANGES

A. N. Polevoy, Dr Sci (Geogr.), Academ. of the Higher School
Academy of Sciences of Ukraine, Prof.,
L. Yu. Bozhko, Cand. Sci. (Geogr.), Assoc. Prof.,
O. A. Barsukova, Cand. Sci. (Geogr.), Assoc. Prof.

Odessa State Environmental University, 15, Lvivska St., 65016 Odessa, Ukraine, apolevoy@te.net.ua

Harvest of agricultural crops depends on availability of biological properties of plants, aggregate of technological measures for plants growth, peculiarities of soil covering and weather and climate conditions, social importance of products and their economic value.

Crop capacity of spring barley depends on many factors, among which there are the most important ones such as light, heat, moisture, mineral nutrition etc. Climate changes that became particularly noticeable during the recent decade cause change of agro-climatic conditions of spring barley growing, which, in their turn, cause change of rates of crops growth, change of parameters of formation of its productivity which significantly determines the level of crop capacity.

Photosynthetic activity of plants depends mainly on supply of solar radiation as the primary source for all biological and physical processes taking place in plants. According to data of studies the role of solar radiation in plants' life appears to be multilateral one and is determined not only by patterns of change of elements of plants' photosynthetic activity depending on each other, but also by the influence of changes of agro-climatic and farming practices, plants' density, standards and periods of irrigation and nutrition.

Keywords: photosynthetic productivity, assimilating surface, photosynthetic potential, net productivity of photosynthesis, harvest.

ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОГО ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА

А. Н. Полевой, д-р геогр. наук, акад. АНВШ Украины, проф.,
Л. Е. Божко, канд. геогр. наук, доц.,
Е. А. Барсукова, канд. геогр. наук, доц.

*Одесский государственный экологический университет
ул. Львовская, 15, 65016, Одесса, Украина, apolevoy@te.net.ua*

Исследовано влияние изменений климата на фотосинтетическую продуктивность ярого ячменя во всех природно-климатических зонах Украины за два периода: с 2001 по 2030 гг. и с 2031 по 2050 гг. Выполнен анализ динамики показателей фотосинтетической продуктивности посевов ярого ячменя на материалах средних многолетних наблюдений за период с 1986 по 2005 гг. на примере четырех агроклиматических зон: Полесье, Западный Лесостепь, Восточный Лесостепь и Степь. Произведены расчеты показателей фотосинтетической продуктивности ячменя по модели, разработанной А. Н. Полевым. Для оценки возможных изменений климата были использованы 2 сценария: «умеренный» - А1В и «жесткий» - А2.

Ключевые слова: фотосинтетическая продуктивность, ассимилирующая поверхность, фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза, урожай.

Дата першого подання: 12.05.2016

Дата надходження остаточної версії: 11.07.2016

Дата публікації статті: 24. 11. 2016