



8th International Scientific Conference

**Science progress in European countries:
new concepts and modern solutions**

Hosted by the ORT Publishing and

The Center for Scientific Research “Solution”

Conference papers

July 12, 2019

Stuttgart, Germany

ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗМІН КЛІМАТУ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЯРОГО ЯЧЕНЮ В УКРАЇНІ

БАРСУКОВА О.А.

кандидат географічних наук, доцент

БОЖКО Л.Ю.

кандидат географічних наук, доцент

Одеський державний екологічний університет

M. Одеса, Україна.

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 крупнозернистого дворядного ячменю виробляють перлову та ячмінну крупу, у складі якої міститься 9 – 11 % білка і 82 – 85 % крохмалю. Зерно ячменю також використовують для виробництва пива. Урожайність їх залежить від технології вирощування, клімату, сортів та багатьох інших факторів [1].

Зважаючи на важливість цієї культури, розглянемо як будуть змінюватись умови розвитку ярого ячменю під впливом змін клімату в основній зоні вирощування ярого ячменю – Лісостеповій зоні.

Матеріали та методи дослідження. Одним із методів відображення можливих змін у кліматичному режимі будь-яких метеорологічних величин є порівняння цих величин із середніми багаторічними даними. 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..

Досліджувались зміни умов розвитку ярого ячменю під впливом змін клімату.

Для сільськогосподарських культур на фоні зміни кліматичних умов за розрахунковий період з 2021 по 2050 рр. нами розглядались такі варіанти:

- базовий період (1986 – 2005 рр.)
- кліматичні умови розрахункового періоду за сценарієм *RCP4.5* за період 2021 – 2050 рр.;
- кліматичні умови періоду 2021–2050 рр. за сценарієм *RCP8.5* при

Розрахунки виконувались для природно-кліматичних зон України: Полісся, Лісостеп, Північний Степ, Південний Степ. Слід підкреслити, що вплив зміни клімату на формування продуктивності сільськогосподарських культур розглядався за умов сучасної агротехніки та сучасних сортів і гібридів ярого ячменю в припущення, що вони суттєво не зміняться. Тенденції зміни агрокліматичних ресурсів розглядалась нами у розрізі основних агрокліматичних зон за різні проміжки часу.

Розрахунки виконувались за середніми багаторічними спостереженнями за період з 1986 по 2010рр. (базовий період). Для оцінки змін агрокліматичних ресурсів при можливих змінах клімату були використані сценарії змін клімату в *RCP4.5* та *RCP8.5* за період з 2021 по 2050 рр. Досліджувались такі агрокліматичні показники: середня температура повітря за 2 періоди сходи-колосіння та колосіння – воскова стиглість ячменю: suma опадів за цей же період, сумарне випаровування та випаровуваність, вологозабезпеченість посівів.

Як теоретична основа для виконання розрахунків та порівняння результатів були використані розроблені А.М. Польовим моделі продукційного процесу сільськогосподарських культур: – модель формування продуктивності агроекосистеми [2]; – модель фотосинтезу зеленого листка рослини при зміні концентрації CO_2 в атмосфері [3].

Як видно із табл. 1 середні багаторічні терміни сівби ярого ячменю спостерігались з 23 березня в степовій зоні України, зміщувались на більш пізні

терміни в Лісостеповій зоні, а саме до 7 квітня і ще пізніше в Поліссі – до 16 квітня.

За умов реалізації сценаріїв змін клімату RSP4.5 та RSP8.5, терміни сівби ярого ячменю мало відрізнятимуться за сценаріями і змістяться на більш ранні строки в порівнянні з середніми багаторічними в усіх зонах, окрім Західного Лісостепу, де вони очікуються близькими до середніх багаторічних. Відчутніші відхилення спостерігатимуться у Поліссі (8 – 9 днів), менші в Північному Степу (4 – 5 днів).

Таблиця1 – Фази розвитку ярого ячменю за середніми багаторічними даними (1986-2005 рр.) та сценаріями зміни клімату RSP4.5 i RSP8.5

Період	Посів	Сходи	Колосіння	Воскова стиглість	Тривалість вегетаційного періоду, дні
Полісся					
1986-2005	16.IV	30.IV	19.VI	19.VII	94
RSP4.5	8.IV	30.IV	25.VI	25.VII	108
Різниця	-8	0	+6	+6	+14
RSP8.5	7.IV	28.IV	24.VI	24.VII	108
Різниця	-9	-2	+5	+5	+14
Лісостеп					
1986-2005	7.IV	22.IV	13.VI	14.VII	98
RSP4.5	7.IV	28.IV	23.VI	25.VII	109
Різниця	0	+6	+10	+11	+11
RSP8.5	7.IV	27.IV	22.VI	25.VII	109
Різниця	0	+5	+9	+11	+11
Північний Степ					
1986-2005	7.IV	21.IV	8.VI	7.VII	91
RSP4.5	3.IV	24.IV	15.VI	14.VII	102
Різниця	-4	+3	+7	+7	+11
RSP8.5	2.IV	25.IV	10.VI	10.VII	99
Різниця	-5	+4	+2	+3	+8
Південний Степ					
1986-2005	29.III	14.IV	4.VI	30.VI	93
RSP4.5	26.III	18.IV	7.VI	2.VII	98
Різниця	-3	-4	+3	+2	+5
RSP8.5	21.III	18.IV	6.VI	3.VII	103
Різниця	-8	-4	+2	+3	+10

Відмінність у термінах настання сівби за сценаріями буде спостерігатись в Південному Степу, де за сценарієм RSP4.5 вони становитимуть не більше 3

днів, а за сценарієм RSP8.5 – 8 днів. Відповідно змістяться і строки появи сходів. Сходи ярого ячменю за середніми багаторічними даними базового періоду спостерігалися в Поліссі 30 квітня, Лісостепу і Північному Степу – 22.квітня, та в Південному Степу 14 квітня. За сценаріями зміни клімату RSP4.5 та RSP8.5 відхилення термінів сходів очікуються однакові за обома сценаріями і наставатимуть в терміни, близькі до середніх багаторічних у Поліссі, раніше середніх багаторічних на 4 дні - в Степу, і пізніше середніх багаторічних на 4 – 6 днів в Лісостеповій зоні.

Наступні за сходами фази розвитку ярого ячменю колосіння та воскова стиглість за обома сценаріями в усіх природно – кліматичних зонах наставатимуть пізніше, ніж в базовий період: на 5 днів у Поліссі, на 9–11 днів в Західному Лісостепу, на 5 днів в Північному Степу та на 2-3 дні в Південному Степу. В наслідок зміни термінів настання фаз розвитку ярого ячменю зміниться і тривалість його вегетаційного періоду. Вона зросте від 93 днів (середня багаторічна) до 103 днів в Південному Степу та до 108 днів в інших зонах. Під впливом змін клімату зміняться агрокліматичні умови вирощування ярого ячменю. В період від сходів до колосіння середня температура повітря за середніми багаторічними значеннями коливалась від 13,8 °C в Південному Степу до 15,4 °C в Північному Степу (табл. 2)

Результати розрахунків агрокліматичних показників розвитку ярого ячменю представлені в (табл.2).

Як видно із табл. 2 за обома сценаріями температура повітря буде нижчою у порівнянні із середньою багаторічною за базовий період в період розвитку ячменю. Сума опадів в період від сходів до колосіння за сценарієм *RCP4,5* зросте незначно, а за сценарієм *RCP8,5* до 18 %. В період від колосіння до воскової стигlosti очікується зменшення сум опадів за обома сценаріями відповідно на 12 та 17 %. Зміна температури повітря та сум опадів спричинить зміни величин сумарного випаровування, випаровуваності і вологозабезпеченості. В майбутньому за сценарієм *RCP4,5* вологозабезпеченість посівів значно покращиться в період від сходів до

колосіння і незначно – в період від колосіння до воскової стигlosti. За сценарієм RCP8,5 вологозабезпеченість підвищиться відповідно на 35 та 26 %.

Зміни агрокліматичних умов спричинять зміну показників фотосинтетичної діяльності посівів ярого ячменю, що обумовить рівень його урожайності. Такими показниками будуть розміри площі листя, чистої продуктивності фотосинтезу, сухої біомаси та фотосинтетичного потенціалу. (табл. 3).

Таблиця 2 – Агрокліматичні показники формування продуктивності ярого ячменю

Періоди розрахунку	Сходи – колосіння				
	середня темпера-тура, °C	сума опадів, мм	сумарне випаро-вування, мм	випаро-вуван-ність, мм	вологозабезпеченість, відн.од
1	2	3	4	5	6
Полісся					
1986 – 2005	14,5	124	127	166	1,01
RSP4.5	13,2	129	105	124	1,14
Різниця	-1,3	+4%	-17%	-25%	+13%
RSP8.5	13,8	139	108	124	1,15
Різниця	-0,7	+12%	-15%	-25%	+14%
Лісостеп					
1986 – 2005	15,0	127	152	193	1,04
RSP4.5	13,2	132	116	123	1,25
Різниця	-1,8	+4%	-24%	-36%	+20%
RSP8.5	13,8	150	123	125	1,31
Різниця	-1,2	+18%	-19%	+35%	+26%
Північний Степ					
1986 – 2005	15,4	63	131	186	0,93
RSP4.5	15,1	99	145	185	1,04
Різниця	-0,3	+57%	+11	-1%	+12%
RSP8.5	15,7	98	149	183	1,08
Різниця	+0,3	+55%	+14	-2%	16%
Південний Степ					
1986 – 2005	13,8	65	90	155	0,78
RSP4.5	14,3	73	95	173	0,73
Різниця	+0,5	+12%	+6%	+12%	-6%
RSP8.5	14,6	85	94	154	0,81
Різниця	+0,8	+31%	+5%	-1%	+10%

Розрахунки показують, що в разі реалізації обох сценаріїв відбудеться значне збільшення площі листя, сухої біомаси та фотосинтетичного потенціалу

в порівнянні із середніми багаторічними значеннями на 30 %. Через збільшення затінення нижніх листків при збільшенні площі листя зменшується чиста продуктивність посівів.

Таблиця 3 – Порівняння показників фотосинтетичної продуктивності ярого ячменю за середніми багаторічними даними (1986-2010 рр.) та сценаріями зміни клімату *RCP4,5*, *RCP8,5*

<i>RCP8,5</i>				
Період, сценарій	Площа листя в період максимального розвитку, м ² /м ²	Чиста продуктивність фотосинтезу в період максимального розвитку, г/м ² дек	Суха біомаса, г/м ²	Фотосинтетичний потенціал, м ² /м ²
Полісся				
1986-2010pp	1,62	81	454	79
<i>RCP4,5</i>	1,99	77	568	101
Різниця	0,32	-4	114	22
<i>RCP8,5</i>	1,87	84	591	100
Різниця	0,25	3	137	21
Лісостеп				
1986-2010pp	1.52	88	473	74
<i>RCP4,5</i>	2,31	86	692	116
Різниця	0,79	-2	219	42
<i>RCP8,5</i>	2.16	84	712	112
Різниця	0,64	-4	239	38
Північний Степ				
1986-2010pp	1.44	83	334	65
<i>RCP4,5</i>	1,96	95	563	90
Різниця	0.53	12	229	25
<i>RCP8,5</i>	2,66	89	499	104
Різниця	1,22	6	165	39
Південний Степ				
1986-2010pp	2,66	89	499	114
<i>RCP4,5</i>	2,92	90	579	127
Різниця	0,25	1	80	13
<i>RCP8,5</i>	3,42	100	714	135
Різниця	0,76	11	215	21

Ще одним показником фотосинтетичної діяльності посівів ячменю є *суха біомаса рослин*. Середні багаторічні величини сухої маси і розрахунки її величин за варіантами наводяться в табл. 3.

В базовий період середні багаторічні значення сухої маси змінювались від 454 г/м² в Поліссі, поступово збільшувались на південь і досягли в Південному Степу 499 г/м².

Як видно із табл.3 за базовий період значення фотосинтетичного потенціалу були найменшими в Північному Степу і становили 65 м²/м², найбільшими – в Південному Степу – 144 м²/м². Відповідно 74 та 79 м²/м² в Поліссі та Лісостепу.

Збільшення до 2050 р. усіх показників фотосинтетичної продуктивності посівів ярого ячменю сприятиме підвищенню його врожаїв.

В базовий період найменші врожаї відзначалися в Північному Степу і становили 19 ц/га. У Південному Степу вони становили 26 ц/га, в Поліссі – 29 ц/га, в Лісостепу – 30 ц/га.

У розрахунковий період у Поліссі очікується підвищення врожаю за сценарієм RSP4.5 на 17-22 % і становитиме він 35 – 37 ц/га. За сценарієм підвищення врожаю у першому варіанті очікується до 37 ц/га, тобто на 22 % вище середнього за базовий період, а у другому варіанті підвищення буде відчутнішим і становитиме 41 ц/га, тобто на 29 % вище ніж середній багаторічний.

В Лісостепу підвищення врожаю очікується за сценарієм RSP4.5 в обох варіантах до 43 та 45 ц/га, що вище середнього багаторічного на 30 – 35 % відповідно. За сценарієм RSP8.5 підвищення врожаю в цій зоні очікується до 45 ц/га у першому варіанті та до 49 ц/га у другому, що становитиме на 33 та 39 % вище середнього багаторічного відповідно.

В Північному Степу очікуються найбільші приrostи врожаїв: до 44 – 47 % більше середнього багаторічного за першим сценарієм та до 54 – 58 % – за другим.

В Південному Степу за сценарієм RSP4.5 урожаї збільшаться в обох варіантах відповідно на 10 та 15 % і становитимуть 29 – 31 ц/га. За другим сценарієм в цій зоні урожаї в обох варіантах зростуть відповідно на 28 та 34 % в порівнянні з середнім багаторічним і становитимуть 36 та 39 ц/га відповідно.

Були розраховані кліматичні ризики недобору врожаїв ярого ячменю при зміні клімату. Кліматичний ризик визначається шляхом перемноження імовірності прояву гідрометеорологічної небезпеки, що обумовлюється проявом небезпечних кліматичних змін на вразливість будь-якого сектору економіки від цього небезпечного явища. Очікувані ризики недобору врожаю ярого ячменю в 2021-2050 рр. за сценаріями *RCP4,5* та *RCP8,5* по Україні майже однорідні. За обома сценаріями зміни клімату очікувані ризики недобору врожаю ярого ячменю коливатимуться в межах від 5,6 % до 9,5 %.

На рис. 1 наводиться розподіл очікуваних ризиків недобору врожаю ячменю за сценарієм RSP4.5.

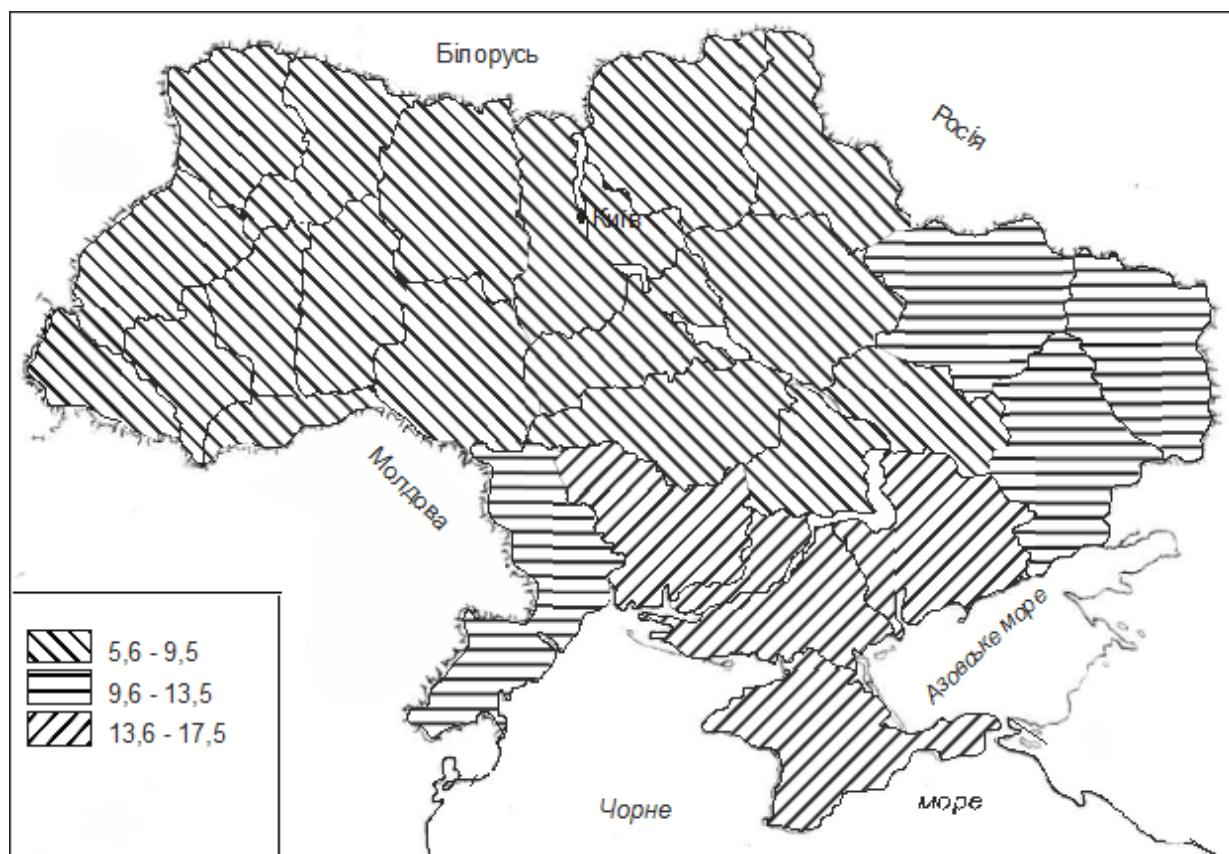


Рис.1 – Розподіл очікуваних ризиків недобору врожаю ярого ячменю в 2021-2050 рр. за сценарієм RSP4.5 (%)

На рис. 2 наводиться розподіл очікуваних ризиків недобору врожаю ярого ячменю в 2021-2050 рр. за сценарієм RSP8.5.

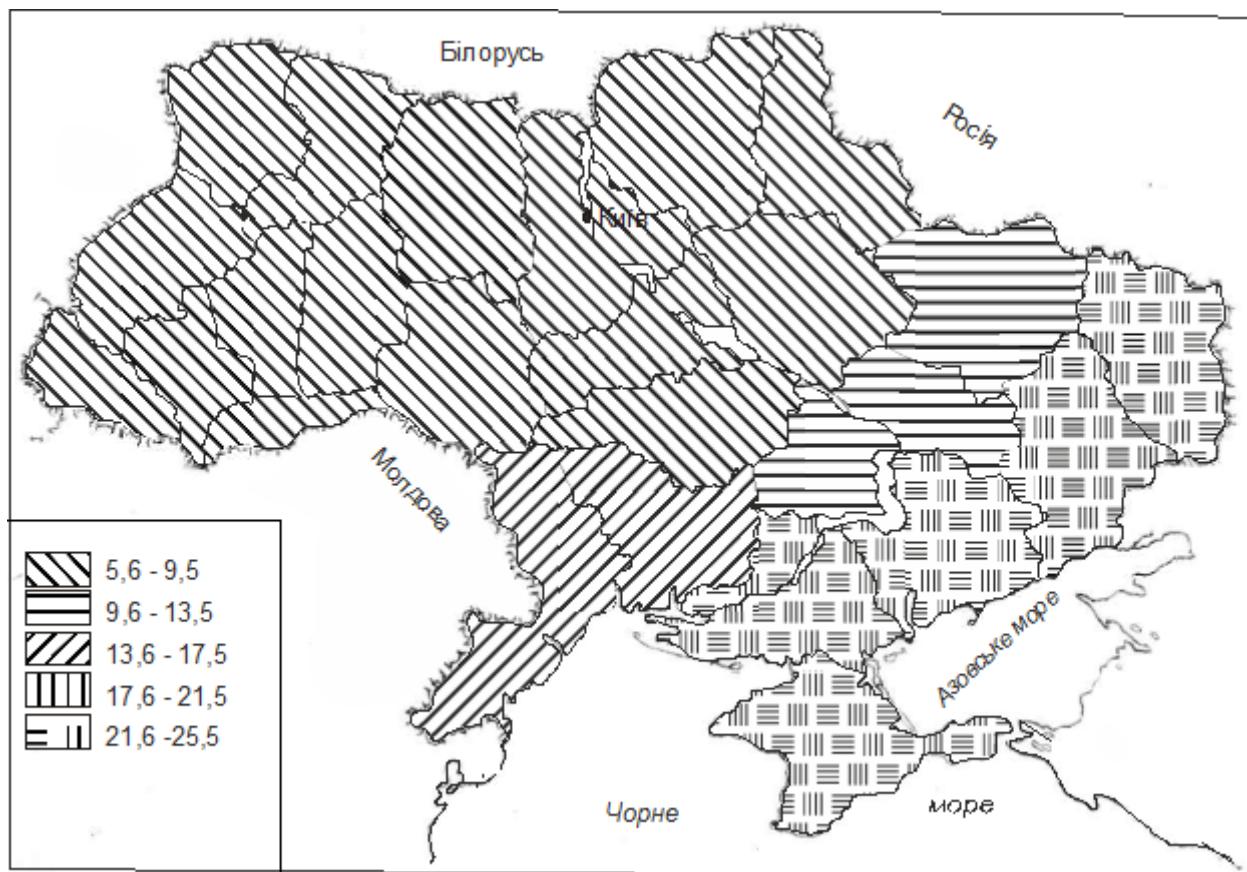


Рис. 2 – Розподіл очікуваних ризиків недобору врожаю ярого ячменю в 2021-2050 рр. за сценарієм RSP8.5 (%).

За сценарієм RSP8.5 очікувані ризики недобору врожаю ярого ячменю коливатимуться в межах від 5,6 % до 25,5 % .

Найменші очікувані ризики недобору врожаю ярого ячменю спостерігаються в Поліссі та Лісостепу 5,6 – 9,5 %. Трохи вищі очікувані ризики недобору врожаю ярого ячменю спостерігаються в південних областях Північному Степу 9,6 – 13,5 %. Середні очікувані ризики недобору врожаю ярого ячменю спостерігаються в Південному Степу та коливаються від 13,6 до 17,5 %. Найбільш високі очікувані ризики недобору врожаю ярого ячменю спостерігаються в центральних областях Південного Степу і складатимуть до 26 %.

В цілому можна сказати, що за обома сценаріями в усіх зонах очікується помітна зміна агрокліматичних умов росту, розвитку та формування продуктивності ярого ячменю по території України.

Оцінка коливань урожайності ярого ячменю показала, що при зміні клімату за сценаріями RSP4.5 та RSP8.5 складуться сприятливі умови для вирощування ярого ячменю. При чому за реалізації сценарію RSP8.5 умови будуть сприятливішими, ніж за реалізації сценарію RSP4.5. Але очікувані ризики недобору врожаю ярого ячменю за сценарієм RSP8.5 будуть вищі ніж за сценарієм RSP4.5.

Список використаної літератури

- 1.Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України / за ред. С.М. Степаненка та А.М. Польового. – Одеса: ТЕС,2015. – 520 с.
- 2 Польовий А.М. Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроекосистем. – К.: КНТ, 2007. – 344 с.
3. *Польовий А.М.* Моделювання впливу підвищення концентрації CO₂ в атмосфері на фотосинтез зеленого листка // Польовий А.М. Український гідрометеорологічний журнал. – 2009. № 4. – с.46 –56.