

УДК номер: 633.16:551.58

## ОЦІНКА ЗМІНИ АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ ВИРОЩУВАННЯ ПРОСА В ПІВДЕННИХ ОБЛАСТЯХ УКРАЇНИ В ЗВ'ЯЗКУ ЗІ ЗМІНОЮ КЛІМАТУ

Н.В. Данілова, к.геогр.н.

*Одеський державний екологічний університет,  
вул. Львівська, 15, 65016, Одеса, Україна, natalia021282@mail.ru*

Розглядалися зміни агрокліматичних ресурсів та агрокліматичних умов формування продуктивності проса за різні проміжки часу. Аналіз тенденції зміни клімату виконано шляхом порівняння даних за кліматичними сценаріями А2 та А1В та середніх багаторічних характеристик кліматичних та агрокліматичних показників. Проведена порівняльна характеристика продуктивності проса в умовах зміни клімату за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) та за сценаріями зміни клімату А2 і А1В (2011-2030 рр. та 2031-2050 рр.).

**Ключові слова:** просо, зміна клімату, температура повітря, опади, вологозабезпеченість.

### 1. ВСТУП

Сигнали глобального потепління нині спостерігаються в усьому світі. Серії даних гідрометцентрів показують істотне підвищення температури в багатьох регіонах, що супроводжується інтенсивністю частоти посушливих періодів. Деякі суттєві та прямі впливи змін клімату помітні вже в наші дні, але протягом наступних кількох десятиліть будуть відчутні у сільському господарстві. Підвищення температури та зниження кількості опадів, імовірно, призведуть до зменшення врожайності. Ці зміни можуть істотно вплинути на глобальну продовольчу безпеку. Україна відома своїми родючими ґрунтами та сільськогосподарською продукцією, тож має величезний сільськогосподарський потенціал, сприяючи, по суті, глобальній продовольчій безпеці. Однак спостережувані погодні зміни, підвищення середньої температури та нерівномірний розподіл опадів може призвести до різкої трансформації переважної частини кліматичних і сільськогосподарських зон України. Згідно з міжнародними процесами існує нагальна потреба в підвищенні адаптації до кліматичних змін у деяких галузях національної економіки України, зокрема й у сільському господарстві.

Для України сільське господарство є одним із секторів економіки, який може зазнавати суттєвих впливів зміни клімату та ризиків від екстремальних кліматичних явищ, що почастішали і стали більш інтенсивними внаслідок зміни клімату. При цьому слід зазначити, що аграрний сектор України — одна із провідних галузей економіки, яка є гарантом продовольчої безпеки і в нашій країні, і, за рахунок реалізації експортних можливостей, у світі. Це єдина галузь економіки, яка 2014 року у складних фінансово-економічних умовах продемонструвала позитив-

ну динаміку обсягів виробництва та забезпечила валютні надходження до бюджету.

У зв'язку з надзвичайною важливістю аграрного сектору для забезпечення стійкого розвитку економіки України, зокрема південних областей, підвищення уваги до кліматичного чинника у досягненні стабільності врожайності сільськогосподарських культур є необхідним і своєчасним [3].

Важливою ланкою проблеми зміни глобального клімату є оцінка зміни агрокліматичних умов вирощування сільськогосподарських культур та впливу цих змін на їхню продуктивність. Сільське господарство є найбільш вразливою галуззю економіки України до коливань та змін клімату. Враховуючи інерційний характер сільського господарства та залежність його ефективності від погодних умов, уже зараз необхідно прийняти адекватні рішення щодо складних проблем, обумовлених змінами клімату. В зв'язку з очікуваним підвищенням температури повітря Північної півкулі продовольча безпека України в значній мірі буде залежати від того, наскільки ефективно адаптується сільське господарство до майбутніх змін клімату. Це передбачає завчасну оцінку впливу очікуваних змін клімату на агрокліматичні умови вирощування сільськогосподарських культур [5, 7].

Розширення спектру використовуваних в сільськогосподарському виробництві проса економічно доцільно і в зв'язку з істотними змінами клімату, наслідки глобального потепління якого досить широко обговорюються в науковій літературі. Оперативне введення в сівозміну проса, здатного витримати періодично посухи, які повторюються, особливо в Південних областях, є одним із шляхів, що дозволяють подолати наслідки подібних екстремальних умов [4].

Умови південних районів сприятливі для культури проса. Просо – одна з найбільш посухостійких і жаростійких культур, здатна протистояти запалам і захопленням, що дуже важливо для посушливих районів і в посушливі роки, коли інші зернові культури сильно знижують урожай.

Широко використовується просо як "страхова" культура при пересіві загиблих озимих або ранніх ярих; а також воно менше за інших зернових культур страждає від шкідників і хвороб, стійке до вилягання [2].

## 2. ОПИС ЛІТЕРАТУРИ

Просо – культура посухостійка, короткого світлового дня, швидко вегетує. І тому його висівають на півдні часто, як повторну (пожнивну) культуру. Його посухостійкість і жаростійкість дозволяють формувати непоганий урожай в умовах, коли інші культури гинуть від посухи або дають вкрай низькі врожаї. Просо – страхова культура. Навіть у несприятливі роки врожайність проса була 10 ц/га і більше.

Просо – світлолюбна рослина; їй необхідно накопичити велику кількість органічної речовини за короткий період вегетації. За даними професорів А.А. Наливкіна та П.П. Вавилова, вона добре відгукується на поліпшення світлового режиму при направленні рядків посіву з півночі на південь і підвищує урожай на 6-10 %. Найвища інтенсивність фотосинтезу відзначається в період від початку наливу зерна до повної стиглості. Тому похмура погода в другу половину вегетації пригнічує просо та значно затягує період вегетації. Затінення рослин при загущенні або засміченні посівів також погано переноситься просом. Це типова рослина короткого дня. У міру наближення до північної межі його вирощування вона значно подовжує період вегетації, який при більш пізніх термінах сівби, а особливо при пожнивних посівах значно (на 15-20 днів) скорочується.

Просо відноситься до теплолюбних рослин та до рослин короткого дня. Хоча насіння починає повільно проростати при температурі 6-8 °С, найбільш сприятливою температурою для вегетації проса слід вважати 18-24 °С. Тому просо належить до числа культур щодо пізніх термінів сівби. У той же час із-за малих розмірів насіння вимагає дрібного закладення та не виносе просихання поверхневих шарів ґрунту, що може трапитися при запізненні з сівбою. Вегетаційний період різних сортів коливається від 60 до 120 днів.

Настання стійких температур ґрунту близько 12-15 °С відзначається на початку травня. Температура повітря та ґрунту порівняно швидко наростає, чим забезпечується дружна поява сходів і нормальний розвиток рослин.

Якщо в період проростання температура знижується до 8-9 °С, сходи з'являються тільки через 15-18 днів. Сходи витримують заморозки незначні до мінус 2 °С, а при мінус 3,5 °С в більшості гинуть або сильно пошкоджуються. Дуже шкідливою для сходів проса є тривала дія низьких позитивних температур (6-10 °С) і хмарна погода. У рослині при цьому різко знижується фотосинтез, що може призвести до її загибелі [6].

У наступні фази потреба проса в теплі також висока. Температурами, сприятливими для росту, є: сходи – кущіння 18 °С, кущіння – викидання 20 °С, викидання – цвітіння 23 °С і цвітіння – дозрівання 21 °С.

Сума ефективних температур для ранньостиглих сортів проса приблизно 1500 °С, середньостиглих – понад 1600 °С, а в прохолодні та вологі роки більше 2000 °С.

Сума активних температур за період вегетації у проса вища, ніж у хлібів першої групи (1800-2100 °С). Захоплене заморозками (пізніх термінів сівби), воно дає морозобійне зерно, яке погано зберігається.

Високі температури просо переносить краще, ніж інші хліба. Це пояснюється тим, що його продихові клітини зберігають регулюючу здатність навіть при температурі 38-40 °С протягом 48 годин, у той час як в озимій пшениці параліч клітин настає вже через 15-25 год, а у вівса – через 4-5 год (за даними В.П. Зеленського).

До вологи просо менш вимогливе, ніж інші хліба. Для проростання його насінню потрібно води всього 25 % їх маси. Транспіраційний коефіцієнт дорівнює 200-250. Коренева система має велику вбирну силу та здатна витягувати з ґрунту вологу навіть при її утриманні, близькій до півтора гігроскопічності. П.П. Вавілов відносив просо до найбільш посухостійких сільськогосподарських культур.

Посухостійкість його пояснюється здатністю тимчасово припиняти ріст (на термін посухи впадає як би в стан анабіозу), згортати листя і розстилати надземну частину по землі, що зменшує випаровування вологи.

Просо краще переносить посуху в період від появи сходів до виходу в трубку. Період від кінця кущіння до утворення зерна – критичний для проса за потребою у волозі: проходять відповідальні етапи органогенезу. Чим краще рослини

забезпечені вологою та поживними речовинами в цей час, тим вищий урожай.

Просо дуже добре використовує опади, що випадають у другій половині літа, коли для хлібів першої групи вони вже майже марні.

Рослини проса економно використовують волюгу. Для проростання насіння достатньо всього 25-30 % води від його маси. Просо здатне формувати вузлові корені при мінімальній вологості ґрунту. Все ж зростання кореневої системи та надземної маси при тривалій посузі (1-1,5 місяці) затримується, на рослинах формуються суцвіття маленьких розмірів, які часто бувають марними. Тому для проса також необхідна достатня кількість вологи в ґрунті, особливо в період формування генеративних органів – приблизно за декаду до викидання волоті.

У проса рідко спостерігається запал зерна, його коренева система добре забезпечує суцвіття водою навіть тоді, коли в ґрунті кількість вологи наближається до метрового запасу. Слід також зазначити, що просо, відрізняючись високою посухостійкістю, інтенсивно підвищує свою продуктивність при зрошенні.

Коренева система проса відзначається недостатньою здатністю до засвоєння поживних речовин, тому воно краще росте на ґрунтах, добре забезпечених легкодоступними сполуками поживних речовин. Кращими ґрунтами для нього є чорноземи та каштанові, причому за сухої погоди високі врожаї проса отримують при вирощуванні на ґрунтах середнього та важкого механічного складу, за умов достатнього зволоження – на легких ґрунтах [6, 8].

Просо дає високі врожаї на землях, багатих органічними речовинами, що мають нейтральну або близьку до неї реакцію ґрунтового розчину (рН сольовий 6,5 або 7,5). Воно не виносить кислих, заболочених, важких суглинних земель. Найкраще під цю культуру відводити структурні, добре аеруємі ґрунти з високим вмістом легко розчинних поживних речовин, чисті від бур'янів, середні та легко суглинкові.

На початку розвитку просо особливо чутливе до нестачі азоту та до кушіння найбільше споживає його (7-8 % загальної потреби) та у зворотньому порядку – калію, кальцію, фосфору. Найбільш інтенсивно рослини використовують поживні речовини в період кушіння – цвітіння. У цей час посилено розростається вегетативна маса та формується волоть, тому достатня забезпеченість проса саме в цих фазах азотом, фосфором і калієм – одне з найважливіших умов формування його високої продуктивності.

Фосфорні та калійні добрива вносять восени

під оранку або зерновими сівалками на глибину 3-4 см до обробітку ґрунту плоскорізами, азотні повною розрахунковою нормою – під передпосівну культивуацію. У рядки з насінням під час сівби необхідно внести гранульовані фосфорні добрива в дозі 10-15 кг/га. Просо – одна з найбільш чутливих культур на цей спосіб внесення добрив. Від застосування рядкового добрива врожай проса стійко підвищується на 2,0-2,6 ц/га, кожен кілограм фосфору оплачується 16-19 кг додаткового зерна.

Внесення частини азотних добрив у вигляді підживлення найбільш доцільно на широкорядних посівах в дозі 15-20 кг/га при першому міжрядному обробітку ґрунту. Використання азоту для пізніх позакореневих підживлень у фазі наливу зерна має сенс лише для підвищення білковості зерна. Вносять їх в дозі 5-10 кг/га на посіви у фазі наливу зерна, поєднуючи з обробітком рослин пестицидами.

На відміну від інших злаків зернових культур споживання елементів живлення просом триває майже до самого дозрівання. При цьому на ранніх етапах розвитку (сходи та кушіння) рослини проса засвоюють азотистих сполук більше, ніж калійних і фосфорних, в період кушіння та цвітіння вони особливо багато споживають калію.

Просо найкраще забезпечується поживними речовинами. Удобрюють просо в основному мінеральними добривами, а гній вносять під попередники. Взагалі вносити гній під просо не варто, так як у складі гною, особливо свіжого, є багато насіння бур'янів. Мінеральні фосфорно-калійні добрива рекомендується вносити під основний обробіток ґрунту в таких дозах: у Поліссі по 60-70 кг/га, Лісостепу по 40-60 кг/га фосфору та калію; в Степу 40-50 кг/га фосфору і 30-40 кг/га калію.

Ефективність видів добрив під просо залежить від типу ґрунту. У південних районах, на звичайному чорноземі та каштанових ґрунтах, найбільше збільшення врожаю дають фосфорні добрива. У лісостепових районах, на сірих лісових ґрунтах і вилуженому чорноземі, найбільш ефективні азотні добрива, потім фосфорні.

Виведення та впровадження у виробництво нових більш продуктивних комплексно-цінних сортів проса є одним з високоефективних і економічно найбільш вигідних шляхів подальшої інтенсифікації сільського господарства, підвищення урожайності, боротьби з хворобами та шкідниками, а також поліпшення якості продукції.

Сільськогосподарському виробництву потрібні нові, більш урожайні, пластичні сорти, здатні

максимально використовувати кліматичні та ґрунтові умови зростання та протистояти крайнім відхиленням метеорологічних факторів. Необхідні сорти, що поєднують високу продуктивність, посухостійкість, холодостійкість, стійкість до вилягання, осипання зерна, ураження сажкою та меланозом, запалу та захопленню зерна, дружність викидання волоті та гарну озерненість, різну скоростиглість, високі технологічні показники якості зерна (крупність, висока вирівняність, високий вихід крупи), високі споживчі якості крупи (скловидність пшона, високий вміст каротиноїдів, яскраво-жовтий колір ядра, високі смакові якості каші), підвищений вміст білка в зерні, легко-засвоюваних його фракцій і незамінних амінокислот, придатність до механізованого збирання [3, 6, 8].

### 3. ОПИС ОБ'ЄКТІВ І МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Тенденції зміни агрокліматичних ресурсів та агрокліматичних умов формування продуктивності проса розглядалися за різні проміжки часу. Для аналізу використовувалися три сценарії змін клімату: м'який — *CFDL-30* %, помірний — *A1B* та жорсткий — *A2*.

Аналіз тенденції зміни клімату виконано шляхом порівняння даних за кліматичним сценарієм та середніх багаторічних характеристик кліматичних та агрокліматичних показників за три періоди: 1986 – 2005 рр. (базовий період), 2011 – 2030 рр. (I-й сценарний період), 2031 – 2050 рр. (II-й сценарний період).

Для сільськогосподарських культур на фоні зміни кліматичних умов за I-й та II-й періоди та

за вегетаційний період нами були проаналізовані агрокліматичні умови вирощування проса, показники режиму вологозабезпеченості проса та проведена порівняльна характеристика продуктивності проса в умовах зміни клімату за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) та за сценаріями зміни клімату *A2* і *A1B* (2011-2030 рр. та 2031-2050 рр.).

### 4. ОПИС І АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ

За умов реалізації сценарію *A2* зміни клімату терміни посіву проса змістяться на більш пізні строки: для I-го періоду на 8 днів, для II-го періоду – на 4 дні (табл. 1). Відповідно, змістяться і строки появи сходів та викидання волоті також на 8 – 4 днів. Повна стиглість настане на 12–5 днів пізніше, а тривалість вегетаційного періоду посів – повна стиглість для I-го періоду зменшиться на 4 дні, а для II-го збільшиться на 1 день.

За сценарієм *A1B* посів проса буде відбуватися в дещо пізніші терміни (табл. 1). Так, посів буде проходити у другій декаді травня, що порівняно з базовим пізніше на 12 днів у I-й період і на 10 днів у II-й період. Відповідно, змістяться і терміни появи сходів на 13-11 днів та викидання волоті на 12-9 днів. Повна стиглість також буде відповідно відбуватися пізніше на 12 і 7 днів, а саме 9 та 4 серпня.

За умовами сценарію *A2* період посів – викидання волоті буде проходити при підвищеній температурі на 0,1 °C у I-й період і зниженій на 0,6 °C у II-й період (табл. 2). Зменшиться сума опадів на 20 мм у I-й період і на 39 мм у II-й період.

**Таблиця 1** – Фази розвитку проса за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) та за сценаріями зміни клімату *A2* та *A1B* (2011-2030 рр. та 2031-2050 рр.) в Південному Степу

Період	Посів	Сходи	Викидання волоті	Повна стиглість	Тривалість вегетаційного періоду, дні
<b>A2</b>					
1986-2005	6.05	18.05	30.06	28.07	71
2011-2030	14.05	26.05	8.07	9.08	75
Різниця	+8	+8	+8	+12	-4
2031-2050	10.05	22.05	4.07	2.08	72
Різниця	+4	+4	+4	+5	+1
<b>A1B</b>					
1986-2005	6.05	18.05	30.06	28.07	71
2011-2030	18.05	31.05	12.07	9.08	70
Різниця	+12	+13	+12	+12	-1
2031-2050	16.05	29.05	9.07	4.08	67
Різниця	+10	+11	+9	+7	-4

**Таблиця 2** - Агрокліматичні умови вирощування проса за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) та за сценаріями зміни клімату А2 та А1В (2011-2030 рр. та 2031-2050 рр.) в Південному Степу

Період	Період сходи – викидання волоті			Період викидання волоті – повна стиглість			Весь вегетаційний період		
	середня температура, °С	сума температур, °С	сума опадів, мм	середня температура, °С	сума температур, °С	сума опадів, мм	середня температура, °С	сума температур, °С	сума опадів, мм
<b>A2</b>									
1986 – 2005	19,2	825	85	22,8	639	54	20,6	1464	139
2011 – 2030	19,1	821	65	21,5	691	35	20,2	1512	100
Різниця	+0,1	-4	-20	-1,3	+52	-19	-0,4	+48	-39
2031-2050	18,6	798	46	22,2	643	38	20,0	1441	84
Різниця	-0,6	-27	-39	-0,6	+4	-16	-0,6	-23	-55
<b>A1B</b>									
1986 – 2005	19,2	825	85	22,8	639	54	20,6	1464	139
2011 – 2030	19,4	813	36	23,0	645	35	20,1	1458	71
Різниця	+0,2	-12	-49	+0,2	+6	-19	-0,5	-6	-68
2031-2050	19,6	804	36	24,0	623	28	20,1	1403	64
Різниця	+0,4	-21	-49	+1,2	+16	-26	-0,5	-61	-75

За умовами сценарію А2 період посів – викидання волоті буде проходити при підвищеній температурі на 0,1 °С у І-й період і зниженій на 0,6 °С у ІІ-й період (табл. 2). Зменшиться сума опадів на 20 мм у І-й період і на 39 мм у ІІ-й період.

Дещо зниженим буде і температурний режим в період викидання волоті – повна стиглість на 1,3 і 0,6 °С, сума опадів в цей міжфазний період знизиться на 19-16 мм. В цілому, за весь період вегетації проса ріст і розвиток будуть проходити на фоні знижених температур.

За весь вегетаційний період спостерігається зниження температури на 0,4-0,6 °С та зменшення суми опадів на 39 і 55 мм.

За умовами сценарію А1В в період від посіву до викидання волоті ріст та розвиток проса буде відбуватись в І-й і в ІІ-й періоди при підвищеному на 0,2 та 0,4 °С температурному режимі (табл. 2).

Кількість опадів в І-й та в ІІ-й періоди зменшиться на 49 мм (до 36 мм в порівнянні з базовим періодом (85 мм)).

В період викидання волоті – повна стиглість в І-й період температура повітря буде дещо вищою від базового періоду (на 0,2 °С у І-й період та 1,2 °С у ІІ-й період). Кількість опадів у цей міжфазний період для І-го періоду зменшиться на 19 мм в порівнянні з базовим періодом, а для ІІ-го періоду буде характерним зменшення кількості опадів на 26 мм від кількості опадів базового періоду.

За вегетаційний період температурний режим буде зниженим у І-й та ІІ-й періоди на 0,5 °С, а кількість опадів буде зменшена на 68 і 75 мм (табл. 2).

Водний режим посівів дещо погіршиться (табл. 3).

За сценарієм А2 за міжфазний період сходи – викидання волоті знизиться сумарне випаровування в порівнянні з базовим (91 мм) до 85 мм у І-й період і до 79 мм у ІІ-й період. Сумарна випаровуваність знизиться на 4 мм у І-й період, а у ІІ-й період підвищиться на 10 мм.

За міжфазний період викидання волоті – повна стиглість сумарне випаровування зменшиться в І-й та ІІ-й періоди на 11-18 мм. Сумарна випаровуваність в І-й період збільшиться на 15 мм, а в ІІ-й – залишиться незмінною, порівняно з базовим періодом.

Вологозабезпеченість посівів проса буде зниженою протягом всього періоду вегетації на 4 і 6 відн.од. В міжфазний період сходи – викидання волоті вологозабезпеченість погіршиться на 1 і 5 відн.од та за період викидання волоті – повна стиглість – на 6 і 8 відн.од.

За сценарієм А1В за міжфазний період сходи – викидання волоті сумарне випаровування знизиться до 66 (І-й період) та 69 мм (ІІ-й період) в порівнянні з базовим періодом (91 мм). Сумарна випаровуваність у І-й період збільшиться до 274 мм, а в ІІ-й знизиться до 265 мм в порівнянні з базовим періодом (272 мм).

Такі умови зволоження погіршать умови вологозабезпеченості посівів. В період сходи – викидання волоті вони зміняться від 0,33 відн.од до 0,24–0,26 відн.од. Трохи більшим зменшення буде в період викидання волоті – повна стиглість: від 0,29 відн.од до 0,19–0,20 відн.од. За весь вегетаційний період зменшиться на 9 і 8 відн.од. порівняно з базовим періодом (0,31 відн.од.) (табл. 3).

Під впливом зміни агрокліматичних умов вирощування проса, які розглянуто вище, відбудеться зміна показників фотосинтетичної продуктивності культури, до яких в першу чергу відноситься площа асимілюючої поверхні посівів.

Як видно з даних рис. 1 (сценарій А2), в І-й та ІІ-й періоди буде спостерігатися ріст площі листкової поверхні за базовий та за сценарні періоди в 4 – 5-ту декади вегетації.

Таблиця 3 – Порівняння показників режиму вологозабезпеченості проса за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) та за сценаріями зміни клімату А2 та А1В (2011-2030 рр. та 2031-2050 рр.) в Південному Степу

Період	І період сходи – викидання волоті				ІІ період викидання волоті – повна стиглість				Вегетаційний період
	Сумарне випаровування, мм	Сумарна випаровуваність, мм	Дефіцит вологи у ґрунті, мм	Вологозабезпеченість, відн. од.	Сумарне випаровування, мм	Сумарна випаровуваність, мм	Дефіцит вологи у ґрунті, мм	Вологозабезпеченість, відн. од.	
<b>А2</b>									
1986-2005	91	272	181	0,33	66	228	162	0,29	0,31
2011-2030	85	268	183	0,32	55	243	188	0,23	0,27
Різниця	-6	-4	+2	-1	-11	+15	+26	-6	-4
2031-2050	79	282	203	0,28	48	228	180	0,21	0,25
Різниця	-12	+10	+22	-5	-18	0	+1	-8	-6
<b>А1В</b>									
1986-2005	91	272	181	0,33	66	228	162	0,29	0,31
2011-2030	66	274	208	0,24	44	232	198	0,19	0,22
Різниця	-25	+4	+47	-9	-22	+4	+26	-10	-9
2031-2050	69	265	196	0,26	43	216	173	0,20	0,23
Різниця	-22	-7	+15	-7	-23	-12	+11	-9	-8

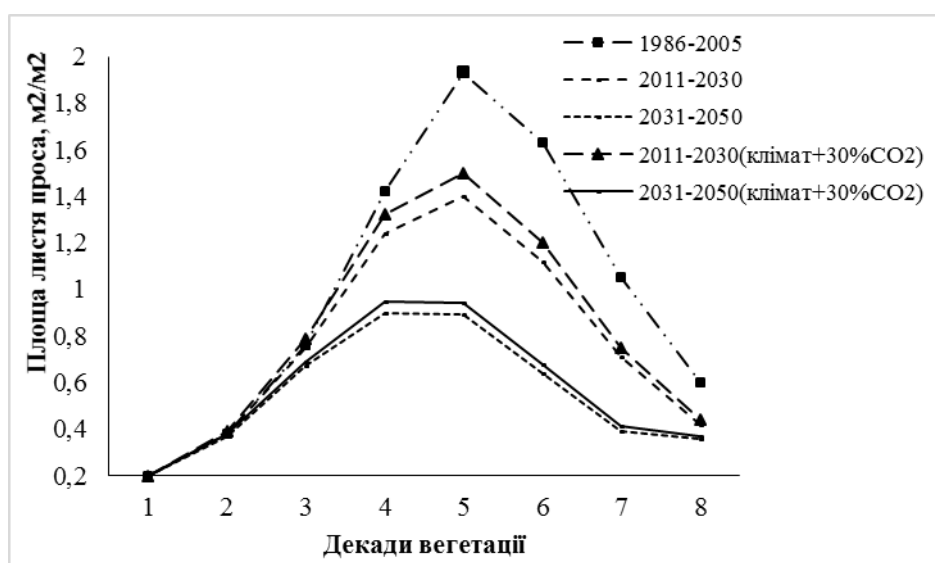


Рис. 1 – Динаміка площі листя проса в Південному Степу за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) та за сценаріями зміни клімату А2 (2011-2030 рр.) та (2031-2050 рр.).

Максимальне значення площі листкової поверхні за базовий період складає  $1,93 \text{ м}^2/\text{м}^2$ , а за I-й та II-й періоди –  $1,4$  –  $0,89 \text{ м}^2/\text{м}^2$ . При зростанні вмісту  $\text{CO}_2$  в атмосфері площа листкової поверхні в період її максимального розвитку зменшиться з  $1,93$  до  $1,5$  –  $0,94 \text{ м}^2/\text{м}^2$ .

За сценарієм зміни клімату A1B (рис. 2) максимальне значення площі листкової поверхні за базовий період спостерігається в п'ятій декаді вегетації і становить  $1,93 \text{ м}^2/\text{м}^2$ . У I-й та II-й періоди максимальне значення спостерігається в четверту декаду вегетації і складає  $0,5$   $\text{м}^2/\text{м}^2$ ,  $0,79 \text{ м}^2/\text{м}^2$ . При зростанні вмісту  $\text{CO}_2$  в атмосфері площа листкової поверхні в період її максимального розвитку зменшиться з  $1,93$  до  $0,52$  –  $0,8 \text{ м}^2/\text{м}^2$ .

Фотосинтетичний потенціал за умовами ре-

лізації сценарію A2 (рис. 3) за базовий період, за I-й і II-й періоди, та за умов збільшення  $\text{CO}_2$  максимального значення здобуває в кінці вегетаційного періоду.

Так, за базовий період максимальне значення фотосинтетичного потенціалу складає  $77,3 \text{ м}^2/\text{м}^2$ , у I-й та II-й періоди знижується до  $61,5$ - $47,6 \text{ м}^2/\text{м}^2$ . За умов збільшення  $\text{CO}_2$  максимальне значення знижується до  $65,3$ - $43,4 \text{ м}^2/\text{м}^2$ . За умов реалізації сценарію зміни клімату A1B (рис. 4) фотосинтетичний потенціал також здобуває максимального значення в кінці вегетаційного періоду і становить у I-й та II-й періоди  $25,2$ - $35,4 \text{ м}^2/\text{м}^2$ . За умов збільшення  $\text{CO}_2$  максимальне значення знижується до  $25,3$ - $22,2 \text{ м}^2/\text{м}^2$  порівняно з базовим періодом ( $77,3 \text{ м}^2/\text{м}^2$ ).

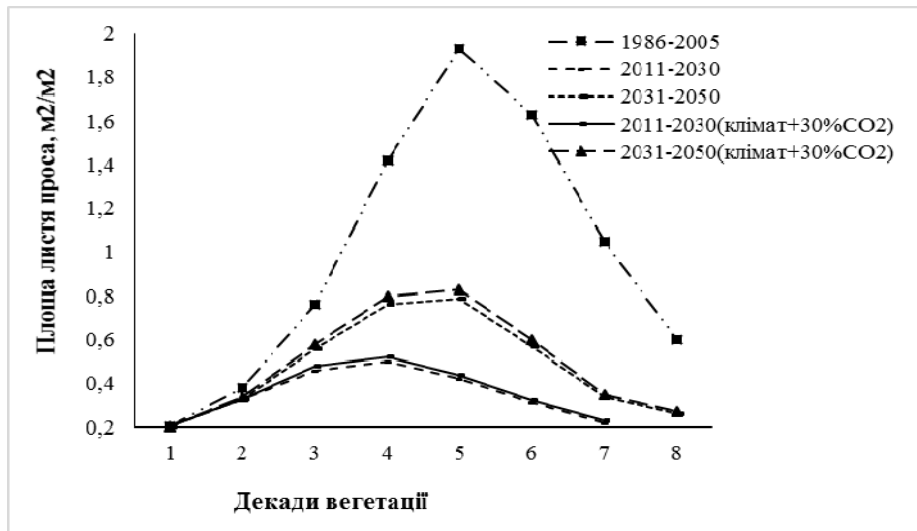


Рис. 2 – Площа листя проса в Південному Степу за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) та за сценаріями зміни клімату A1B (2011-2030 рр.) та (2031-2050 рр.).

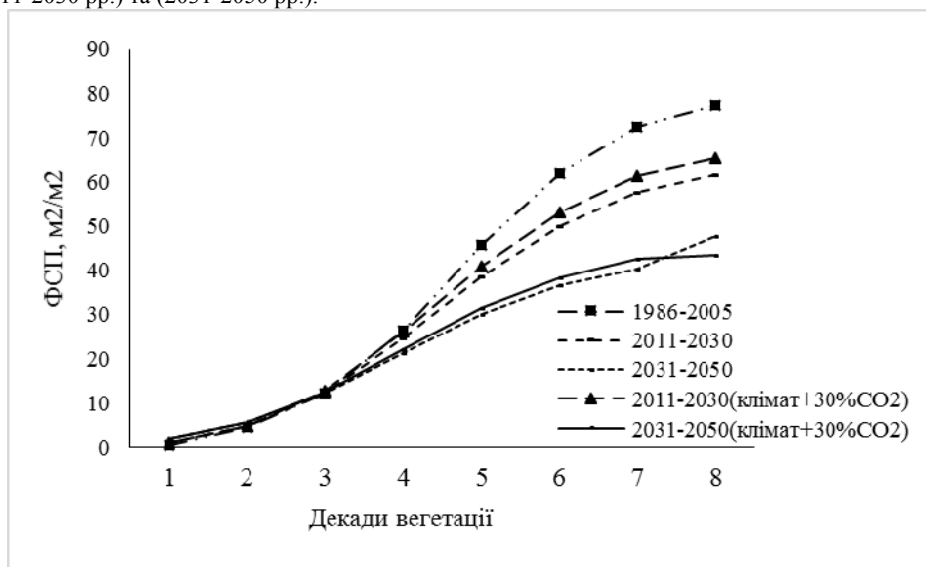


Рис. 3 – Фотосинтетичний потенціал в Південному Степу за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) та за сценаріями зміни клімату A2 (2011-2030 рр.) та (2031-2050 рр.).

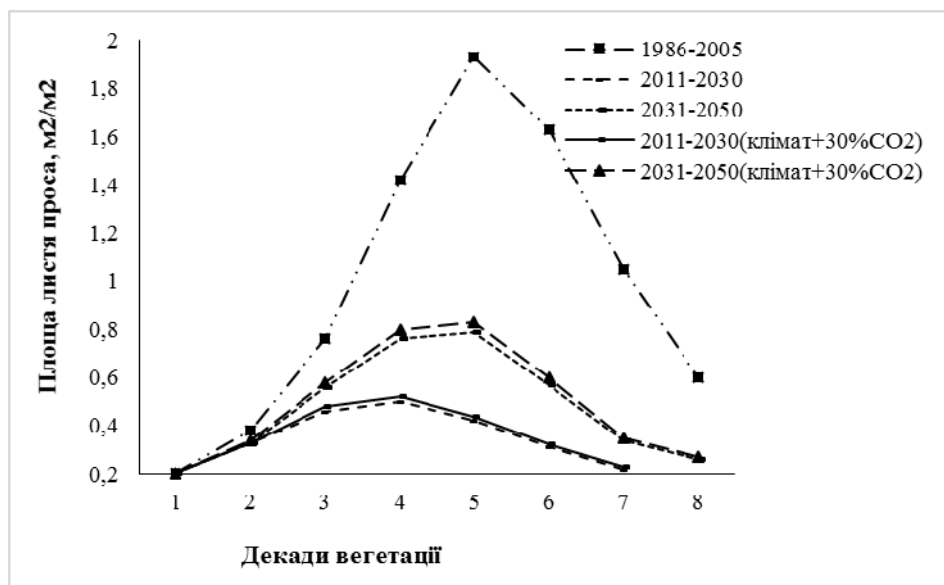


Рис. 4 – Фотосинтетичний потенціал в Південному Степу за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) та за сценаріями зміни клімату А1В (2011-2030 рр.) та (2031-2050 рр.).

## 5. ВИСНОВКИ

Таким чином, за умов реалізації сценарію зміни клімату А2 і А1В виконана оцінка впливу зміни клімату на продуктивність проса. Встановлені оптимальні агрометеорологічні та агрокліматичні умови, при яких спостерігається максимальна продуктивність сівби проса. Проведено порівняння показників фотосинтетичної продуктивності проса за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) та за сценаріями зміни клімату (2011-2030 рр.), (2031-2050 рр.).

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Агрокліматичний довідник по території України / За ред. Т.І. Адаменко, М.І. Кульбіді, А.Л. Прокопенко. — Кам'янець-Подільський, 2011. — 107 с.
- Зінченко О.І. Рослиництво : Підручник / О.І. Зінченко, В.Н. Салатенко, М.А. Білоножко — К.: Аграрна освіта, 2001. — 291 с.
- Івані Жужанна. Підвищення стійкості до зміни клімату сільськогосподарського сектору Півдня України / Жужанна Івані. — Сентендре, Угорщина, жовтень, 2015. - С. 5-7.
- Корзун О.С. Возделывание просовидных культур в Республике Беларусь: [монография] / О.С. Корзун, Анохина Т.А., Кадыров Р.М., Кравцов С.В. — Гродно: ГГАУ, 2011. — С. 6.
- Польовий А.М. Оцінка впливу змін клімату на зміни агрокліматичних ресурсів Луганського регіону, умови росту та продуктивність сільськогосподарських культур і природної рослинності. Рекомендації щодо адаптації до цих змін : звіт / А.М. Польовий — Одеса, 2012. — 7 с.
- Просвиркина А.Г. Агрометеорологические условия и продуктивность проса / А.Г. Просвиркина. — Л.: Гидрометеоздат, 1987. — С. 15-23.
- Степаненко С.М. Зміни режиму опадів в Україні: Агроекологічний журнал №2 / С.М. Степаненко, А.М. Польовий, О.С. Дем'янюк, О.О. Дронова. — Київ, 2014. — 10 с.
- Стрижова Ф.М. Растениеводство: [учебное пособие] / Ф.М. Стрижова, Л.Е. Царева, Ю.Н. Титов. - Барнаул: Изд-во АГАУ, 2008. 79-87 с.

## REFERENCES

- Adamenko T.I., Kul'bida M.I., Prokopenko A.L. (Eds). *Ahroklimatychny dovidnyk po terytorii' Ukrainy* [An agroclimatic reference book for territories of Ukraine]. Kamyanets-Podilsk, 2011. 107 p.
- Zinchenko O.I., Salatenko V.N., Bilonozhko M.A. *Roslynnytstvo* [Crop]. Kiev: Agricultural education, 2001. 291 p.
- Ivani Zhuzhanna. *Pidvyshchennya stiykosti do zminy klimatu sil'skohospodars'koho sektoru Pivdnya Ukrainy* [Increased resistance to climate change agricultural sector of the South Ukraine]. Sentendre, Hungary, October, 2015, pp. 5-7.
- Korzun O.S., Anokhina T.A., Kadyrov R.M., Kravtsov S.V. *Vozdelывание prosovidnykh kul'tur v Respublike Belarus'* [The cultivation of millet crops in the Republic of Belarus]. Grodno: GGAU, 2011, p. 6.
- Pol'ovyy A.M. *Otsinka vplyvu zmin klimatu na zminy ahroklimatychnykh resursiv Luhans'koho rehionu, umovy rostu ta produktyvnist' sil'skohospodars'kykh kul'tur i pryrodnoyi roslynnosti. Rekomendatsiyi shchodo adaptatsiyi do tsykh zmin* [Assessing the impact of climate change on changes in agroclimatic resources of Lugansk region, the conditions of growth and productivity of crops and natural vegetation. Recommendation to adapt to these changes]. Odessa, 2012. 7 p.
- Prosvirkina A.G. *Agrometeorologicheskie usloviya i produktyvnost' prasa* [Agrometeorological conditions and productivity of millet]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1987, pp 15-23.
- Stepanenko S.M., Pol'ovyy A.M., Demianiuk O.S., Dronova O.O. *Zminy rezhymu opadiv v Ukraini* [Changes in the precipitation regime in Ukraine]. Kiev, 2014. 10 p.
- Strizhova F.M., Tsareva L.E., Titov Yu.N. *Rastenievodstvo* [Crop]. Barnaul: ASAU Publ., 2008. 79-87 p.



## ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ ПРОСА В ЮЖНЫХ ОБЛАСТЯХ УКРАИНЫ В СВЯЗИ С ИЗМЕНЕНИЕМ КЛИМАТА

**Н.В. Данилова, канд. геогр.н**

*Одесский государственный экологический университет,  
ул. Львовская, 15, 65016, Одесса, Украина, natalia021282@mail.ru*

Рассматриваются изменения агроклиматических ресурсов и агроклиматических условий формирования продуктивности проса за различные промежутки времени. Анализ тенденции изменения климата выполнено путем сравнения данных по климатическим сценариям А2 и А1В и средних многолетних характеристик климатических и агроклиматических показателей. Проведена сравнительная характеристика продуктивности проса в условиях изменения климата по средним многолетним данным (1986-2005 гг.) и по сценариям изменения климата А2 и А1В (2011-2030 гг. и 2031-2050 гг.).

**Ключевые слова:** просо, изменение климата, температура воздуха, осадки, влагообеспеченность.

## ASSESSMENT OF CHANGES OF AGRO-CLIMATIC CONDITIONS FOR CULTIVATION OF MILLET IN THE SOUTHERN REGIONS OF UKRAINE RESULTED FROM CLIMATE CHANGE

**N.V. Danilova, Cand. Sci. (Geogr.)**

*Odessa State Environmental University  
15, Lvivska St., 65016 Odessa, Ukraine, natalia021282@mail.ru*

The signals of global warming are now being observed throughout the world. Data of hydro-meteorological centres show a significant increase of temperature in many regions accompanied by intense frequency of dry periods. Some substantial and direct effects of climate change may be already noticed at present time. Over the next several decades they will be observed in agriculture. Increase of temperature and reduction of precipitation volumes will probably lead to decrease the level of yield. These changes can significantly affect the global food security. Ukraine is known for its fertile soil and agricultural products, so it has a huge agricultural potential, contributing, in fact, to the global food security. However, the observed weather changes, increase of average temperature and uneven distribution of rainfalls can result in sharp transformation of most of agricultural and climatic zones of Ukraine. According to international processes there is an urgent need for improvement of adaptation to climate change of some branches of national economy of Ukraine, including of agriculture.

Expanding the range of types of millet used in agricultural production is an economically feasible process that should be implemented in view of significant climate changes resulting in global warming which is widely discussed in scientific literature. Rapid introduction in crop shifts of the millet that is able to withstand recurring periodic droughts, especially in the southern regions, is one of the ways allowing to overcome the consequences of such extreme conditions.

Conditions of the southern regions are favourable for millet crop. Millet is one of the most drought-resistant and heat-resistant crops that can sustain heat injuries and seizures and this is very important for arid areas during dry years, when other crops significantly reduce the level of yield.

We studied changes of agro-climatic resources and agro-climatic conditions for formation of millet productivity for various periods of time. The analysis of climate change trend was performed through comparing of data as per climatic scenarios А2 and А1В and of average long-term characteristics of climatic and agro-climatic indicators. The comparative description of millet productivity under the conditions of climate change as per average long-term data (1986-2005) and as per scenarios А2 and А1В of climate change (2011-2030 and 2031-2050) was also performed.

**Keywords:** millet, climate change, air temperature, precipitation, moisture availability.

*Дата першого подання: 11.05.2016  
Дата надходження остаточної версії: 26.05.2016  
Дата публікації статті: 04.07.2016*