**ISSN 2415-3354 (Print)** **ISSN 2415-3362 (Online)**

# ВІСНИК

## ПОЛТАВСЬКОЇ ДЕРЖАВНОЇ АГРАРНОЇ АКАДЕМІЇ

**4'2020**

Матеріали друкуються мовами оригіналів – українською та англійською

**Науково-виробничий фаховий журнал**
**2020, № 4 (99)**

# ВІСНИК ПОЛТАВСЬКОЇ ДЕРЖАВНОЇ АГРАРНОЇ АКАДЕМІЇ

# BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY

**Адреса редакції:**
36003, м. Полтава,
вул. Г. Сковороди, 1/3,
Полтавська державна
аграрна академія,
редакційно-видавничий відділ
e-mail: visnyk@pdaa.edu.ua
http://www.pdaa.edu.ua
https://doi.org/10.31210/visnyk

**ЗАСНОВНИК –**
Полтавська державна
аграрна академія.
Видається з грудня 1998 року.
Свідоцтво про державну реєстрацію
КВ № 17244-6014 ПР від 21.10.2010 р.

© «Вісник Полтавської державної аграрної академії», 2020

Agriculture. Ecology

BULLETIN OF POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY

ISSN: 2415-3354 (Print)
2415-3362 (Online)

https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk

**original article** | UDC 633.352 | **doi: 10.31210/visnyk2020.04.15**

# THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON VETCH PRODUCTIVITY IN POLISSYA REGION OF UKRAINE

***V. V. Kolosovska*** ORCID 0000-0002-7490-6812

Odessa State Environmental University, 15, Lvivska str., Odessa, 65016, Ukraine
*E-mail: v.kolosv@ukr.net*

How to Cite

*Kolosovska, V. V. (2020). The impact of climate change on vetch productivity in Polissya region of Ukraine. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (4), 128–134. doi: 10.31210/visnyk2020.04.15*

*Vetch is one of the promising, but insufficiently studied crops in biological and economic terms. Vetch is a high-yielding, protein-rich and versatile crop: green fodder, grain, grass meal, hay and silage. High fodder qualities are ensured not only by the presence of proteins, but also by vitamins and mineral salts, for which vetch is also rich. Vetch gives grain yield of 25–35 hundredweight/ha and accumulates up to 50–80 kg/ha of nitrogen in the soil. Vetch is widely grown in all areas of Ukraine. The purpose of the research is to evaluate agro-climatic conditions of vetch cultivation, as well as to evaluate vetch photosynthetic productivity and yield of vetch under climate change. Calculations and data analysis of vetch development phases according to the average long-term data and RCP 4.5 possible climate change scenario were conducted. The analysis of agro-climatic conditions of vetch cultivation was carried out. During the flowering period, the average decade air temperature for the base period was 13.4 ° C. According to the scenario, the average decade temperature was expected to be slightly lower than the baseline (by 0.2 %). The amount of precipitation during this period under RCP 4.5 scenario will increase by 17 % (115 mm). Moisture supply under climate change will decrease by 2 %. During the flowering-ripening period, the average air temperature on average long-term values was 18.1 °C. In the period from 2015 to 2050, according to the climate change scenario, it will be 17.8 °C, which will be lower than the average long-term by 0.3 °C. The amount of precipitation according to the average long-term data is 112 mm. According to the climate change scenario, the amount of precipitation will decrease by 9 % and will be 101 mm. The peculiarities of the dates of vetch development phases were analyzed using average long-term data and RCP 4.5 climate change scenario. Also, the analysis of photosynthetic productivity of vetch and grain yield under the conditions of climate change was carried out. There will be an increase in all indicators of photosynthetic productivity. This will result in increasing vetch yield. In the base period, the yield of vetch grain was 19.0 hundredweight/ha; according to RCP 4.5 scenario, in both cases the yield is expected to increase to 21.5–23.8 hundredweight/ha. After the calculations, we can say that RCP 4.5 scenario in the studied area is expected to significantly change the agro-climatic conditions of growth, development and formation of vetch productivity. Favorable conditions for vetch cultivation are expected.*

***Key words:*** *vetch, agro-climatic conditions, climate change, base period, net photosynthesis productivity, RCP 4.5 scenario.*

# ВПЛИВ ЗМІН КЛІМАТУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ВИКИ НА ТЕРИТОРІЇ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

***В. В. Колосовська***
Одеський державний екологічний університет, м. Одеса, Україна

*На сьогодні зміна клімату та сільське господарство є взаємопов'язаними процесами світового масштабу. Глобальне потепління впливає на низку показників у сільському господарстві, зміна середніх температур, зміна кількості опадів, зміна концентрації діоксиду вуглецю в атмосфері та озону, поява нових шкідників та хвороб, зміна якості продуктів харчування. Також у сільському господарстві залишається проблема щодо збільшення виробництва рослинного білка. Найважливішим та найбільшим джерелом повноцінного білка є зернобобові культури, серед яких важливе значення має вика. Потенціал продуктивності вики складає близько 4,0–5,0 т/га зерна, у якому міститься 26–35 % білка. Високі кормові якості забезпечуються не лише наявністю білків, а й вітамінами та мінеральними солями, на які яра вика також багата. Вика дає урожай зерна 25–35 ц/га і нагромаджує у ґрунті до 50–80 кг/га азоту. Вику часто вирощують в усіх зонах України. Метою дослідження є проведення оцінки агрокліматичних умов вирощування культури вики, а також фотосинтетичної продуктивності і врожайності вики в умовах змін клімату. Для дослідження було використано сценарій можливих змін клімату RCP 4.5 на період до 2050 року. Вплив зміни клімату розглядався, зважаючи на умови сучасної агротехніки та сучасних сортів вики, припускаючи, що вони суттєво не зміняться. В результаті проведеного дослідження була виділена тенденція середньообласної врожайності вики і виявлені особливості в динаміці врожайності вики на території Полісся за період 1986–2015 рр. Проаналізовано особливості настання дат фаз розвитку вики за середніми багаторічними даними та сценарієм зміни клімату RCP 4.5. Проведено аналіз агрокліматичних умов вирощування вики: сума опадів за вегетаційний період вики за базовим варіантом становить 206 мм. За умов змін клімату очікується збільшення суми опадів до 215 мм (на 4 % більше за базову). Умови вологозабезпеченості вегетаційного періоду у разі реалізації сценарію зміни клімату RCP 4.5 протягом 2015–2050 рр. порівняно з базовими значеннями будуть гіршими. За вегетаційний період вики у разі зміни клімату вологозабезпеченість знизиться на 3 %. Також проведено аналіз фотосинтетичної продуктивності вики та врожаю зерна за умов змін клімату. Спостерігається збільшення усіх показників фотосинтетичної продуктивності. Це призведе до підвищення врожаїв вики. В базовий період врожай зерна вики становив 19,0 ц/га, за сценарієм RCP 4.5 в обох варіантах очікується підвищення врожаю 21,5–23,8 ц/га. Після проведених розрахунків можна сказати, що за сценарієм RCP 4.5 очікується значна зміна агрокліматичних умов росту, розвитку та формування продуктивності вики. Очікуються сприятливі умови вирощування вики (рівень врожаю зросте на 13 % –15 %.*

***Ключові слова:*** *вика, агрокліматичні умови, зміна клімату, базовий період, чиста продуктивність фотосинтезу, сценарій RCP 4.5.*

## Вступ

Зміна клімату – головна проблем XXI століття. Згідно з прогнозами провідних міжнародних наукових центрів з дослідження клімату, протягом наступного століття температура підвищиться на 2–5 ºС. Найбільш небезпечним наслідком зміни клімату буде не потепління, а «надзвичайні ситуації», такі як сильні засухи, шторми, урагани, аномально спекотні дні, які будуть усе частіше [4, 6, 10].

На сьогодні наша держава знаходиться серед першої двадцятки країн світу, які найбільше викидають парникових газів в атмосферу. Це є ознакою того, що Україна однією з перших відчує всю небезпеку змін клімату.

На міжнародному рівні докладають значних зусиль для боротьби зі зміною клімату. Під егідою Рамкової конвенції ООН про зміну клімату ухвалено Кіотський протокол, яким було погоджено заходи зі зменшення викидів парникових газів на 2008–2012 рр. У грудні 2015 року на 21-й конференції сторін рамкової конвенції ООН зі зміни клімату було ухвалено Паризьку кліматичну угоду. У рамках Паризької угоди Україна зобов'язалася поступово скорочувати кількість викидів парникових газів: до 2030 року не більше 60 % від рівня 1990 року. 2018 р. Уряд України ухвалив Стратегію низьковуглецевого розвитку України до 2050 року, яка передбачає зменшення обсягу викидів парникових газів, відмову від викопного палива та інвестування у відновлювальні джерела енергії [2, 17].

За даними Всесвітньої метеорологічної організації, 2015–2019 рр. були найспекотнішими роками за всю історію спостережень. У Гренландії в липні 2019 року розтанули 179 млрд. тон льодовиків. Масштабні пожежі в Сибіру, Канаді, на Алясці знищують ліси і спричинюють додаткові викиди $CO_2$. Тож навіть повне виконання усіма країнами паризьких домовленостей не забезпечує розв'язання кліматичних проблем.

Наслідком глобального потепління для сільського господарства є скорочення виробництва аграрної продукції через зниження урожайності сільськогосподарських культур [2, 14, 15, 17].

Вивченням цієї проблеми займаються в усьому світі. Так, на Африканському континенті, в 4 районах Демократичної Республіки Конго (ДРК), схильних до посухи, протягом трьох років (2009, 2010 і 2011 рр.) проводилася серія випробувань термінів посадки бобів. Метою цього дослідження було визначення оптимальної дати посіву і оцінка врожайності та вмісту мікроелементів у бобах [5].

В Єгипті вчені провели низку досліджень стосовно впливу змін клімату на урожайність вики. Дослідження проводили з метою оцінки впливу змін клімату на урожайність вики та вивчення можливих варіантів подолання цих негативних дій. Система підтримки ухвалення рішень (DSSAT) є імітаційною моделлю, яка порівнює значення спостережень, отримані в результаті експерименту, з передбаченими моделлю. Таким чином авторам [14] DSSAT вдалося змоделювати параметри врожаю вики в поточних умовах з різницею від 0,4 до 0,7 % порівняно з фактичною врожайністю.

На території Південної Азії (Бангладеш) учені розробили модель росту вики ARIMA. Модель базується на прогнозі врожаю культури, у якій автори зауважили, що короткострокові прогнози більш ефективні для моделей ARIMA [3, 16]. Аналогічні дослідження були проведені в Новій Зеландії. В моделі прогнозу урожайності були розраховані випаровуваність, вологозабезпеченість, тривалість періодів, підрахована кількість поливів, днів із посухою. Використовуючи таку модель, очікується отримання максимальної врожайності вики на цій території [19].

У Латинській Америці проводяться дослідження щодо вивчення реакції врожайності бобів на клімат, які свідчать про негативні наслідки зміни клімату. Вчені досліджували період з 1980 по 2005 рр. та сценарій змін клімату RCP 2.6 та 8,5 за період 2020–2045 рр. Оцінюючи врожайність бобів, застосовувалась модель CSM-CROPGRO-DRY BEAN. Це дослідження показало, що існує взаємодія між температурою та $CO_2$ для культури, що істотно змінює рівень урожайності для цієї території [20].

*Мета* досліджень: оцінити вплив кліматичних змін на продуктивність вики, використовуючи сценарій змін клімату RCP 4.5 (репрезентативні траєкторії концентрації). RCP 4.5 – сценарій середнього рівня викидів і концентрацій усього набору парникових газів, аерозолів, хімічно активних газів.

*Завдання* дослідження: на основі сценарію можливих змін клімату RCP 4.5 виконати оцінку впливу змін клімату на формування врожайності вики стосовно території Полісся.

## Матеріали і методи досліджень

Дослідження проводилося за сценарієм можливих змін клімату RCP 4.5 на період до 2050 року. Для виконання розрахунків були використані дані агрокліматичного довідника, метеорологічні дані за сценарієм змін клімату RCP 4.5, а також дані літературних джерел [1, 7, 9, 12, 13].

Як теоретична основа для виконання розрахунків та порівняння результатів були використані розроблені А.М. Польовим моделі продуційного процесу сільськогосподарських культур [13, 18]: модель формування продуктивності агроекосистеми та модель фотосинтезу зеленого листка рослини при зміні концентрації $CO_2$ в атмосфері. Розглядались такі варіанти: базовий період (1986–2005 рр.); кліматичні умови розрахункового періоду за сценарієм RCP 4.5 за період 2015–2050 рр.; кліматичні умови періоду 2015–2050 рр. за сценарієм RCP 4.5 (кліматична норма + $CO_2$). Для ідентифікації параметрів моделі формування врожаю сільськогосподарських культур стосовно культури вики було використано дані літературних джерел. Вплив змін клімату на формування продуктивності вики розглядався за умов сучасної агротехніки та сучасних сортів [8, 9, 11, 21].

## Результати досліджень та їх обговорення

При оцінці метеорологічних умов у період вегетації вики за сценарієм зміни клімату RCP 4.5 було проведено порівняння сценарних показників середньодекадної температури повітря, кількості опадів та середніх багаторічних показників за період 1986–2005 рр. За середньобагаторічними даними середньодекадна температура повітря в першу декаду вегетації становила 9,7 °С, за сценарний період очікується підвищення до 10,0 °С. У другій декаді вегетації вики за базовий період середньодекадна те-

мпература становила 12,0 °С, за сценарієм змін клімату підвищиться до 12,5 °С. У третій та четвертій декадах середньодекадна температура повітря становить 13,8–15,2 °С (за базовий період). За сценарний період порівняно з базовим очікується зниження температури на 0,2–0,3 °С. У 5–10 декадах за середньодекадними даними спостерігається підвищення середньодекадної температури 16,3–18,9 °С. За сценарними даними змін клімату в цей період також очікується підвищення температури 15,5–18,3 °С. Порівнюючи середньобагаторічні дані зі сценарними, видно незначне зниження сценарної температури на 0,2–0,6 °С.

У першу та другу декади вегетації вики кількість опадів за середньобагаторічний період становить 14–20 мм. За сценарієм зміни клімату очікується, що в цей же період сума опадів становитиме 17,5–21,5 мм. З третьої по шосту декади сума опадів становить 17–29 мм (за базовий період), та 20,7–29,8 мм (за сценарієм RCP 4.5). З сьомої до десятої декади вегетації за середньобагаторічний період спостерігається зменшення суми опадів 27–5,6 мм. За сценарієм у сьому-восьму декади очікується зменшення кількості опадів 19,5–16,8 мм, у дев'ятій декаді очікується збільшення кількості опадів до 29,4 мм. В останню декаду вегетації сума опадів зменшиться до 15,6 мм.

Розглянемо, як під впливом змін клімату будуть змінюватись дати настання фаз розвитку вики, показники розвитку її по міжфазних періодах, показники фотосинтетичної продуктивності та урожай [13, 17].

Із таблиці видно, що середні багаторічні терміни сівби вики на території Полісся спостерігались 12 квітня. За умов реалізації сценарію зміни клімату RCP 4.5, строки сівби вики зміщуються на більш ранні порівняно із середніми багаторічними, а саме на 2 дні раніше, тобто 10 квітня.

Відповідно зміщуються і строки появи сходів. Сходи вики за середніми багаторічними даними базового періоду спостерігалися 30 квітня. За сценарієм зміни клімату RCP 4.5 сходи наставатимуть пізніше середніх багаторічних термінів на 5 днів.

***Фази розвитку вики за середніми багаторічними даними (1986–2005 рр.) та сценарієм зміни клімату RCP 4.5***

| Період | Посів | Сходи | Цвітіння | Достигання | Тривалість вегетаційного періоду, дні |
|---|---|---|---|---|---|
| 1986–2005 | 12.04 | 30.04 | 15.06 | 19.07 | 98 |
| RCP 4.5 | 10.04 | 4.05 | 18.06 | 22.07 | 102 |
| Різниця | -2 | +5 | +3 | +3 | +4 |

Наступні за сходами фази розвитку вики, цвітіння та достигання, за сценарієм RCP 4.5 наставатимуть пізніше, ніж в базовий період – на 3 дні.

Унаслідок зміни термінів настання фаз розвитку вики зміниться і тривалість його вегетаційного періоду. Вона зросте від 98 днів (за середньо багаторічними) до 102 днів (за сценарієм RCP 4.5).

Під впливом змін клімату зміняться і агрокліматичні умови вирощування вики. В період від сходів до цвітіння середня температура повітря за середніми багаторічними значеннями складала 13,4 °С. За сценарієм зміни клімату RCP 4.5 від сходів до цвітіння середня температура складатиме 13,2 °С. Розрахунки за сценарієм показують, що в цей період очікується середня температура нижче базової на –0,2 °С. Сума опадів у період від сходів до цвітіння за середніми багаторічними даними складала 95 мм. Кількість опадів від сходів до цвітіння за сценарієм RCP 4.5 збільшиться на 17 %, та становитиме 115 мм.

Сумарне випаровування за сценарієм зміни клімату зменшиться на 10 %. Як показують розрахунки, за сценарієм зміни клімату RCP 4.5 у період від сходів до цвітіння випаровуваність порівняно з базовим зменшиться на 8 %.

Основним показником, який характеризує умови зволоження вегетаційного періоду культури, є вологозабезпеченість. За середніми багаторічними значеннями вологозабезпеченість посівів вики від сівби до цвітіння складала 0,94 відн. од. За умов реалізації сценарію зміни клімату RCP 4.5 вологозабезпеченість посівів вики зменшиться на 2 %.

Середня температура повітря за середніми багаторічними значеннями в період від цвітіння до достигання складала 18,1 °С. У період з 2015 до 2050 рр. за сценарієм зміни клімату від цвітіння до достигання середня температура складатиме 17,8 °С, що буде нижче рівня середньої багаторічної на 0,3 °С.

У період від цвітіння до достигання сума опадів становила в середньому багаторічному 112 мм. За сценарієм зміни клімату сума опадів зменшиться на 9 % і складатиме 101 мм.

Сумарне випарування в період від цвітіння до достигання за середніми багаторічними значеннями становило 105 мм. У період цвітіння-достигання за сценарієм зміни клімату RCP 4.5 сумарне випарування зменшиться на 12 %.

За середніми багаторічними даними випаровуваність становить 112 мм, а за сценарієм зменшиться до 109 мм, тобто на 3 %.

За середніми багаторічними значеннями вологозабезпеченість посівів вики від цвітіння до достигання становило 0,94 відн. од. За умов реалізації сценарію зміни клімату RCP 4.5 за період 2015–2050 рр. вологозабезпеченість знизиться та становитиме 0,84 відн. од., що на 11 % менше від середньо багаторічного значення.

Сума опадів за вегетаційний період вики за базовим варіантом становить 206 мм. За умов реалізації сценарію кількість опадів збільшиться до 215 мм. Отже, за весь вегетаційний період вики кількість опадів при зміні клімату збільшиться на 4 %.

Умови вологозабезпеченості вегетаційного періоду за умов реалізації сценарію зміни клімату RCP 4.5 протягом 2015–2050 рр. порівняно з базовими значеннями будуть гіршими. Так, за базовим варіантом вологозабезпеченість становить 0,94 відн. од., а за умов реалізації сценарію становитиме 0,9 відн. од. Отже, за вегетаційний період вики за умов зміни клімату вологозабезпеченість знизиться на 3 %.

Агрокліматичні умови, які змінюються під впливом змін клімату, спричинять зміну показників фотосинтетичної діяльності посівів вики, що зумовить рівень її урожайності. Площа листя в період максимального розвитку в середньому за базовий період становила 1,7 $м^2/м^2$. Розрахунки за сценаріями RCP 4.5 по варіанту «клімат» показують, що збільшення площі листя відбудеться на 9 %. Розрахунки за варіантом «клімат + збільшення $CO_2$» вказують на збільшення площі листя порівняно із її середніми багаторічними значенням і з варіантом «клімат», а саме на 13 %. За умови реалізації сценарію зміни клімату RCP 4.5 буде очікуватися більш інтенсивне формування площі асимілюючої поверхні порівняно із середніми багаторічними даними.

У базовий період середні багаторічні значення сухої маси становили 380 $г/м^2$. Розрахунки сухої маси за сценарієм RCP 4.5 показують, що як і площа листя, суха маса збільшується. Так, у разі реалізації сценарію RCP 4.5 у варіанті «клімат» збільшення відбудеться на 12 %. У розрахунках за цим же сценарієм у варіанті «клімат + збільшення $CO_2$» збільшення сухої маси буде вище порівняно як із середньою багаторічною, так і порівняно зі значеннями варіанту «клімат» і становитиме відповідно 450 $г/м^2$.

Відповідно зі змінами площі листя, сухої маси рослин буде змінюватися і значення фотосинтетичного потенціалу. Так, за базовий період значення фотосинтетичного потенціалу складало 90 $м^2/м^2$. Розрахунки за сценарієм і про 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. Динаміка наростання фотосинтетичного потенціалу, розрахованого за сценарієм до п'ятої декади вегетації, збігається із середніми багаторічними за базовий період. За сценарієм RCP 4.5 у варіантах «клімат» та «клімат + збільшення $CO_2$» фотосинтетичний потенціал зросте на 12–17 % порівняно із середніми багаторічними значеннями.

Найвищі значення чистої продуктивності фотосинтезу за середніми багаторічними даними складали 69 $г/м^2$. У разі реалізації сценарію RCP 4.5 чиста продуктивність фотосинтезу в обох варіантах збільшиться на 3–5 $г/м^2$. У базовий період урожай зерна вики становив 19,0 ц/га. За сценарієм в обох варіантах очікується підвищення врожаю, що становитиме він 21,5–23,8 ц/га.

## Висновки

Після проведених розрахунків можна сказати, що на території Полісся за сценарієм RCP 4.5 очікується значна зміна агрокліматичних умов росту, розвитку та формування продуктивності вики. Середні багаторічні терміни сівби вики спостерігались 12 квітня, сходи – 30.04, цвітіння – 15.06, достигання – 19.07. За сценарієм змін клімату дати настання фаз будуть змінюватися: посів – на 2 дні раніше, сходи – на 5 днів пізніше, цвітіння – на 3 дні пізніше, достигання – на 3 дні пізніше. Відповідно зміниться і тривалість вегетаційного періоду – збільшиться на 4 дні. Також очікуються зміни в міжфазних періодах. За середніми багаторічними значеннями вологозабезпеченість посівів вики становила 0,94 відн. од. За умов реалізації сценарію зміни клімату RCP 4.5 вологозабезпеченість знизиться та становитиме 0,84 відн. од., що на 11 % менше від середньобагаторічного значення. Сума опадів за

вегетаційний період вики за базовим варіантом становить 206 мм. За умов змін клімату очікується збільшення суми опадів – на 4 % більше за базову. Умови вологозабезпеченості вегетаційного періоду у разі реалізації сценарію зміни клімату RCP 4.5 протягом 2015–2050 рр. порівняно з базовими значеннями будуть гірше. За вегетаційний період вики за умов зміни клімату вологозабезпеченість знизиться на 3 %. Спостерігається збільшення усіх показників фотосинтетичної продуктивності. Очікуються сприятливі умови вирощування вики – рівень врожаю зросте на 13–15 %.

*Перспективи подальших досліджень*. Було б доцільно уточнити норми посіву нових сортів вики стосовно території Полісся. Важливо провести розрахунки та порівняти отримані результати за різними сценаріями зміни клімату: RCP2.6 , RCP6.0 та RCP8.5.

## References


1. Aralov, V. I., & Humenna, N. I. (2004). Vplyv strokiv i norm vysivu na nasinnyevu produktyvnist sortiv yaroyi vyky. *Zbirnik Naukovih Prats «Tsentru Naukovoho Zabezpechennya APV»,* 52–56 [In Ukrainian].

2. Dem'yanenko, S. (2012). Stratehiya adaptatsiyi ahrarnykh pidpryyemstv Ukrayiny do hlobal′nykh zmin klimatu. *Ekonomika Ukrayiny*, 6, 66–72 [In Ukrainian].

3. Zessner, M., Schönhart, M., Parajka, J., Trautvetter, H., Mitter, H., Kirchner, M., & Schmid, E. (2017). A novel integrated modelling framework to assess the impacts of climate and socio-economic drivers on land use and water quality. *Science of The Total Environment*, 579, 1137–1151. doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.11.092

4. Ivashchenko, O. O. (2011). Napryamy adaptatsiyi ahrarnoho vyrobnytstva do zmin klimatu. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 8, 10–12 [In Ukrainian].

5. Kanyenga, L. (2016). Effect of climate change on common bean (Phaseolus vulgaris) crop production: determination of the optimum planting period in midlands and highlands zones of the Democratic Republic of Congo. doi: 10.5897/AJAR2020.15073

6. Kazakova, I. (2016). Vplyv hlobal′nykh zmin na gruntovi resursy ta sil′s′kohospodars′ke vyrobnytstvo. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*, 2, 21–44 [In Ukrainian].

7. Kolisnyk, I. V., Barylko, M. H., & Kolisnyk, A. V. (2012). Ahroekolohichni aspekty selektsiinoho vykorystannia zrazkiv vyky yaroi kolektsii PDSHDS im. M. I. Vavylova. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, (3), 55–59. doi: 10.31210/visnyk2012.03.10 [In Ukrainian].

8. Lykhochvor, V. V., & Petrychenko, V. F. (2006). *Roslynnytstvo. Suchasni intensyvni tekhnolohiyi vyroshchuvannya osnovnykh pol'ovykh kul'tur*. L′viv: NVF "Ukrayins′ki tekhnolohiyi". 730 [In Ukrainian].

9. Moysiyenko, V. V. (2011). Produktyvnist′ ta kormova otsinka zernobobovykh kul′tur v ahrofitotsenozakh Polissya Ukrayiny. *Kormy i Kormovyrobnytstvo*, 69, 181–188. [In Ukrainian].

10. Panasyuk, B. Y. (2015). Hlobal′ni zminy klimatu ta ekonomika. *Ekonomika APK*, 11, 14–23 [In Ukrainian].

11. Petrynenko, V. F. (2004). Naukovi osnovy rozvytku adaptyvnoho kormovyrobnytstva v Ukrayini. *Visnyk Ahrarnoyi Nauky*, 1, 5–10 [In Ukrainian].

12. Petrychenko, I. V. (2013). Faktory i determinanty rozvytku haluzi kormovyrobnytstva v Ukrayini. *Innovatsiyna Ekonomika*, 11 (49), 27–33 [In Ukrainian].

13. Polevoj, A. N. (2004). Bazovaya model ocenki agroklimaticheskih resursov formirovaniya produktivnosti selskohozyajstvennyh kultur. *Meteorologiya, Klimatologiya i Gidrologiya*, 48, 195–205 [In Ukrainian].

14. EL-Mansoury, M., & Saleh, S. (2017). Influence of Climatic Changes on Faba Bean (Vicia faba L.) Yield in North Nile Delta. *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering*, 8 (1), 29–34. doi: 10.21608/jssae.2017.37065

15. Schönhart, M., Schauppenlehner, T., Kuttner, M., Kirchner, M., & Schmid, E. (2016). Climate change impacts on farm production, landscape appearance, and the environment: Policy scenario results from an integrated field-farm-landscape model in Austria. *Agricultural Systems*, 145, 39–50. doi: 10.1016/j.agsy.2016.02.008

16. Shi, Q., & Lai, X. (2013). Identifying the underpin of green and low carbon technology innovation research: A literature review from 1994 to 2010. *Technological Forecasting and Social Change*, 80 (5), 839–864. doi: 10.1016/j.techfore.2012.09.002

17. Stepanenko, S. M., & Pol'ovyj, A. M. (2018). *Klimatichni riziki funkcionuvannya galuzej ekonomiki Ukrayini v umovah zmini*. Odesa: TES [In Ukrainian].

18. Tooming, H. G. (1984). *Ekologicheskie principy maksimalnoj produktivnosti posevov*. Leningrad: Gidrometeoizdat [In Russian].

19. Frank, S., & Schmid, E. (2015). The dynamic soil organic carbon mitigation potential of European cropland. *Global Environmental Change*, 35, 269–278.

20. Heinemann, A. B., Ramirez-Villegas, J., Souza, T. L. P. O., Didonet, A. D., di Stefano, J. G., Boote, K. J., & Jarvis, A. (2016). Drought impact on rainfed common bean production areas in Brazil. *Agricultural and Forest Meteorology*, 225, 57–74. doi: 10.1016/j.agrformet.2016.05.010

21. Hetman, N. Y., & Kvitko, H. P. (2013). Ahrobiolohichne obgruntuvannya resursooshchadnyh tekhnolohiy vyroshchuvannya fitotsenoziv bahatorichnykh ta odnorichnykh kormovykh kultur u pol′ovomu kormovyrobnytstvi. *Visnyk Ahrarnoyi Nauky*, 72–77 [In Ukrainian].

**Стаття надійшла до редакції 25.10.2020 р.**

**Бібліографічний опис для цитування:**

*Колосовська В. В.* Вплив змін клімату на продуктивність вики на території Полісся України. *Вісник ПДАА*. 2020. № 4. С. 128–134.

*© Колосовська Валерія Валеріївна, 2020*