

# ГЕОГРАФІЯ

<https://doi.org/10.26565/2410-7360-2023-58-11>  
УДК 911.3.333 (477.51)+551.583.2

Надійшла 26 січня 2023 р.  
Прийнята 15 березня 2023 р.

## Територіальні трансформації в сільському господарстві Чернігівської області в умовах кліматичних змін: кейс кукурудзи та соняшнику

*Микола Барановський*<sup>1</sup>

д. геогр. н., професор кафедри географії, туризму та спорту  
<sup>1</sup> Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя,  
вул. Графська, 2, м. Ніжин, 16602, Україна,  
e-mail: [brnm@ukr.net](mailto:brnm@ukr.net), <https://orcid.org/0000-0002-0771-1126>;

*Денис Глушко*<sup>1</sup>

аспірант кафедри географії, туризму та спорту,  
e-mail: [denyshlushko0642@ukr.net](mailto:denyshlushko0642@ukr.net), <https://orcid.org/0000-0001-9805-4928>

У статті проаналізовано трансформаційні процеси в аграрному виробництві Чернігівської області, які сталися упродовж 2001-2020 років під впливом кліматичних змін, а також проведено оцінку впливу кліматичного чинника на продуктивність окремих сільськогосподарських культур. Зміна кліматичних показників, насамперед температури повітря та режиму зволоження, розглядаються у статті як визначальні причини, які зумовили «міграцію» на територію області низки типових теплолюбних сільськогосподарських культур, зростання їхньої продуктивності та трансформацію традиційної для регіонів Полісся спеціалізації сільського господарства. На прикладі маркерних сільськогосподарських культур – кукурудзи та соняшнику, валові збори яких зросли в регіоні упродовж 2000-2020 років у 36 та 27 разів відповідно, підтверджено зміщення на північ традиційних зон їхнього вирощування на 125-150 км. Встановлено, що через зміну термічного режиму частка польських районів у виробництві раніше нетипових для цих територій кукурудзи та соняшнику зросла до 25-30 %, а регіон у 2020 році посів перше місце в Україні за валовими зборами зернових культур. Підтверджено, що кліматичні зміни двох останніх десятиліть посилили природні конкурентні переваги Чернігівської області на ринку виробників аграрної продукції. За допомогою системи формул і трендового моделювання визначено вплив кліматичного чинника на продуктивність маркерних сільськогосподарських культур. Встановлено, що його внесок в урожайність кукурудзи змінився від 74 % у 2001-2010 до 52,8 % у 2011-2020 роках, соняшнику – з 56,3 до 53,3 %. Підтверджено вагому роль у зростанні продуктивності кукурудзи та соняшнику в Чернігівській області в останнє десятиріччя агротехнічних заходів, зокрема внесення мінеральних добрив. Вказано на необхідність врахування кліматичних трендів у перспективних програмах розвитку аграрного виробництва Чернігівської області шляхом розроблення ефективних адаптаційних заходів.

**Ключові слова:** кліматичні зміни, трансформація аграрного виробництва, кукурудза, соняшник, індекс територіальної концентрації, трендове моделювання, Чернігівська область.

**Як цитувати:** Барановський Микола. Територіальні трансформації в сільському господарстві Чернігівської області в умовах кліматичних змін: кейс кукурудзи та соняшнику / Микола Барановський, Денис Глушко // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія «Геологія. Географія. Екологія», 2023. – Вип. 58. – С. 134-142. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2023-58-11>

**In cites:** Baranovskyi Mykola, Hlushko Denys (2023). Territorial transformations in agriculture of Chernihiv region in the context of climate change: the case of corn and sunflower. Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, series "Geology. Geography. Ecology", (58), 134-142. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2023-58-11> [in Ukrainian]

**Постановка проблеми.** В останні роки помітно зріс інтерес науковців до аналізу змін в аграрному виробництві, які відбуваються під впливом кліматичних процесів.

Через інтенсивне потепління, особливо в останнє десятиліття (1,7°C за 2010-2019 роки) [1, с. 14], в Україні змінюється географія вирощування різних сільськогосподарських культур. Якщо в 1990 році частка зони степу у валових зборах кукурудзи становила 44 %, то у 2013-2017 роках – лише 19 % [2, с. 16]. Аналогічні процеси спостерігаються і в урожайності зернових культур.

За останні 30 років у зоні степу вона скоротилася на 10 %, тоді як на поліссі та в лісостепу зросла на 43 %.

Результати кліматичного моделювання температурних параметрів вказують на те, що в найближчі 30 років в Україні буде спостерігатися перехід від помірно вологих до посушливих умов, що зумовить подальшу трансформацію аграрного виробництва [3]. Наведені факти підтверджують вагомий вплив кліматичних чинників на сільськогосподарське виробництво. Цей вплив має чітко виражений регіональний характер і потребує при-

скіпливого наукового аналізу.

Досі актуальним лишається питання оцінки внеску кліматичних чинників в урожайність і валові збори окремих сільськогосподарських культур. Наявні дослідження, проведені на прикладі окремих культур на загальнодержавному рівні, не вирізняються великою точністю. Так, за даними Українського гідрометеорологічного центру внесок метеорологічних чинників у коливання врожайності озимих зернових культур становить 20-50 %, для ярих зернових – 37-75 % [4, с. 197]. Дискусійним є також питання вибору методики й переліку показників, які доцільно використовувати для оцінки впливу кліматичних чинників на виробництво та продуктивність окремих сільськогосподарських культур.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Дослідженню впливу кліматичних чинників на розвиток аграрного виробництва присвячена велика кількість публікацій, узагальнений огляд яких добре представлений в роботі Н. Майданович [5].

Наразі в переважній більшості вітчизняних і закордонних досліджень основний акцент робиться на оцінці впливу кліматичних змін на ріст, розвиток і продуктивність окремих сільськогосподарських культур, зокрема пшениці [6], кукурудзи [7,8], соняшнику [9]. Полігонами для виявлення наявних залежностей обираються різні території – від адміністративного району до території країни. Результати, отримані науковцями в зазначених та інших працях, підтверджують наявність значних регіональних відмінностей впливу кліматичних чинників на продуктивність сільськогосподарських культур. Прикметно, що навіть подібні тенденції кліматичних показників можуть зумовлювати неоднакові наслідки для різних територій і агрокультур. Так, дослідники динаміки урожайності кукурудзи та сорго в Центральних рівнинах США в різні часові періоди (1968-2013 та 1981-2020 роки) встановили, що: 1) кліматичні зміни загалом позитивно вплинули на продуктивність цих культур [10, 11]; 2) підвищення температури має більш вагоме значення для урожайності, ніж кількість опадів [10, 12]. Водночас сучасні кліматичні тренди можуть також негативно впливати на урожайність окремих сільськогосподарських культур.

Німецькі науковці на основі ґрунтового аналізу довели, що визначальний вплив на урожайність пшениці в зоні мішаних лісів України мають термічні умови, а в лісостепу та степу – кількість опадів [13, с. 17]. Щодо урожайності кукурудзи в розрізі агрокліматичних зон України, то підвищення температури в останнє десятиліття негативно позначилося на продуктивності цієї культури, окрім західних областей лісостепової зони [7, с.

104; 14].

Окремої уваги заслуговує огляд методів, які використовуються науковцями та практиками для оцінки впливу кліматичних чинників на продуктивність сільськогосподарських культур. Наразі застосовуються як традиційні методи, зокрема трендове моделювання, класична лінійна регресія [11], так і спеціальні, як-то: динамічна модель продуктивності посівів [14] та регресія з географічним часовим зважуванням [10].

Схарактеризовані в наукових дослідженнях особливості впливу кліматичних чинників на продуктивність агрокультур є важливими для розуміння тих територіальних трансформацій, які відбуваються в сільськогосподарському виробництві різних регіонів України. Однак ці аспекти зазначеної проблематики не набули належного наукового аналізу. Щодо Чернігівської області, то окремі напрямки територіальних трансформацій сільськогосподарського виробництва цього регіону відображені в кількох дослідженнях М. Барановського [15, 16] та А. Марущинця [17, 18].

**Виділення недосліджених частин загальної проблеми.** При наявності різнотипних підходів до вивчення трансформацій в аграрній сфері [19], територіальним аспектам цього процесу, особливо на регіональному рівні, не приділяється належна увага. Досі відсутні наукові публікації, в яких були б комплексно розкриті територіальні трансформації посівних площ, обсягів виробництва та продуктивності сільськогосподарських культур в окремих регіонах України в умовах кліматичних змін.

**Матеріали і методи дослідження.** Маркерними агрокультурами для виявлення територіальних трансформацій в аграрному виробництві області під впливом кліматичних змін були обрані кукурудза та соняшник. Статистичні дані про посівні площі, валові збори та урожайність цих культур упродовж 2001-2020 років формувалися у розрізі «старих» адміністративних районів області [20]. Такий підхід дозволив провести належний порівняльний аналіз, оскільки інформація у розрізі «нових» районів є надто загальною для виявлення територіальних відмінностей у розвитку аграрного виробництва.

Особливості розміщення маркерних агрокультур у різні часові періоди аналізувалися з допомогою індексу територіальної концентрації. Він є відносним показником, який визначається за формулою:  $I_i^n = \frac{K_i^n}{S_i} : \frac{K^n}{S}$ , де  $K_i^n$  – значення показника  $n$  у районі  $i$ ;  $S_i$  – площа району  $i$ ;  $K^n$  – значення показника  $n$  для області;  $S$  – площа області. Фактично він відображає рівень концентрації виробництва певного виду сільськогосподарських культур конкретного району порівняно із пересічним

для області значенням. Візуалізація індексів територіальної концентрації маркерних культур у Чернігівській області здійснювалася за допомогою програми Surfer 6.0.

Для характеристики умов тепло-і вологозабезпеченості використовувалися дані Чернігівського обласного центру з гідрометеорології та департаменту агропромислового розвитку Чернігівської ОДА про пересічні показники температури повітря та кількості опадів упродовж шести місяців (квітень-вересень) за період із 2001 по 2020 роки.

Оцінка внеску кліматичних показників в урожайність сільськогосподарських культур базувалася на підході, розробленому фахівцями з агрометеорології наприкінці ХХ ст. Він передбачає визначення двох видів дисперсії та різниці між ними за формулами [21, с. 7]:  $\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}$ ;  $\sigma_a^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{n-1}$  та  $\sigma_m^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 - \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{n-1}$ , де  $\sigma^2$  – загальна дисперсія,  $\sigma_a^2$  – агротехнічний складник дисперсії,  $\sigma_m^2$  – внесок кліматичного складника в дисперсію урожайності,  $y_i$  – урожайність конкретного року;  $\bar{y}$  – усереднена багаторічна врожайність;  $\hat{y}_i$  – трендова урожайність. Зазначений підхід передбачає виконання кількох ітерацій: 1) визначення загальної дисперсії як суми різниці між урожайністю конкретного року та пересічною багаторічною врожайністю; 2) визначення трендової урожайності за різні часові періоди; 3) обчислення агротехнічного складника дисперсії як суми різниці між трендовою та багаторічною пересічною врожайністю. Лінія трендів

вибудовувалася за методом найменших квадратів в програмі Excel. Вибір виду тренду здійснювався на основі величини коефіцієнта детермінації ( $R^2$ ). Внесок кліматичного чинника у величину дисперсії врожайності обчислювався як різниця загальної дисперсії та її агротехнічного складника, а частка – шляхом ділення кліматичного та агротехнічного складників на загальну дисперсію.

**Мета статті.** Головним завданням дослідження є виявлення на прикладі маркерних сільськогосподарських культур територіальних трансформацій в аграрному виробництві Чернігівської області в умовах кліматичних змін та оцінка впливу кліматичного чинника на урожайність кукурудзи та соняшнику упродовж 2001-2020 років.

**Виклад основного матеріалу.** Чернігівська область, яка розміщується відразу у двох природних зонах – полісся та лісостепу, є оптимальним полігоном для оцінки трансформаційних процесів в аграрному виробництві під впливом кліматичних змін на регіональному та локальному рівнях.

Аналіз термічного режиму та режиму зволоження в регіоні за останні 20 років свідчить про стаке зростання температури повітря та незначне скорочення кількості опадів. Особливо швидкі темпи зростання пересічної температури повітря характерні для останнього десятиліття. Упродовж 2010-2020 років температура повітря в Чернігівській області у травні зросла на 1,8°C, у червні – на 1,5°C (табл. 1) у порівнянні з багаторічними пересічними показниками.

Це зумовило збільшення суми ефективних температур (майже на 220°C) і тривалості вегета-

Таблиця 1 / Table 1

Динаміка температури та кількості опадів у період вегетації в Чернігівській області /  
Dynamics of temperature and amount of precipitation during the growing season in Chernihiv region

Місяці	1944-2019 роки		2001-2010 роки		2011-2020 роки	
	Пересічна температура, °C	Кількість опадів, мм	Пересічна температура, °C	Кількість опадів, мм	Пересічна температура, °C	Кількість опадів, мм
Квітень	8,1	41,0	8,6	36,3	9,7	34,2
Травень	14,6	53,0	14,5	57,4	16,4	61,0
Червень	18,1	71,0	18,0	63,8	19,6	59,4
Липень	19,5	80,0	21,2	67,8	20,8	75,1
Серпень	18,4	62,0	19,7	62,4	20,0	44,7
Вересень	13,0	50,0	13,6	55,4	14,3	43,0

Складено автором за дж. [22, 23]

ційного періоду до того рівня, який дозволяє вирощувати в межах всієї Чернігівській області низку теплолюбних сільськогосподарських культур. Кількість опадів за вказаний період скоротилася на 11 %, однак це суттєво менше, ніж у південних регіонах України. Загалом можна констатувати,

що зміна термічного режиму та режиму зволоження в останні роки посилили природні конкурентні переваги Чернігівської області в аграрному секторі, що вже знайшло своє відображення в рейтингах цього регіону в Україні за виробництвом окремих сільськогосподарських культур, зок-

рема кукурудзи та соняшнику.

Кукурудза є досить теплолюбною культурою, для 100 % дозрівання якої сума ефективних температур має становити не менше 1100°C, а тривалість вегетаційного періоду – 90-160 днів. До середини 80-х років минулого століття на значній частині території Чернігівщини сума ефективних температур була недостатньою для повноцінної вегетації кукурудзи на зерно. Ситуація кардинально змінилася вже в перші роки XXI ст. й наразі в області, як і в Україні загалом, немає територій з недостатніми термічними умовами для вирощування кукурудзи. Саме ця обставина, поряд із кількома іншими чинниками, стала стимулом для активної «міграції» кукурудзи з південніших регіонів України в Чернігівську область.

У 2000 р. Чернігівщина посідала 14 місце з-поміж регіонів України за валовими зборами кукурудзи, а її частка у загальнодержавному показнику становила лише 2,8 % (табл. 2). Стрімке

зростання посівних площ і валових зборів кукурудзи в регіоні розпочалося від середини 2000-х років. За 2010-2015 роки обсяги виробництва кукурудзи зросли утричі, за 2015-2020 роки – ще майже удвічі. Загалом за 2000-2020 роки посівні площі під кукурудзою зросли у 15 разів, валові збори – у 39,4 раза, урожайність – майже удвічі. Завдяки цьому у 2020 році вперше у своїй історії Чернігівська область стала найбільшим виробником кукурудзи в Україні. Її частка склала майже 14,2 %. Кукурудза витісняє інші зернові культури, які посідали вагоме місце у структурі виробництва зернових у регіоні. Якщо у 2005 р. на неї припадало 33,4 % валових зборів усіх зернових культур Чернігівської області, то у 2020 році – майже 80 %. Швидкими темпами зростає також урожайність кукурудзи, причому не лише в південних, а і в північних районах. У 2020 році вона перевищувала пересічні для країни значення на 37,2 %.

Внутрішньообласні відмінності у виробниц-

Таблиця 2 / Table 2

Частка Чернігівської області в загальнодержавному виробництві окремих сільськогосподарських культур, % /

The share of Chernihiv region in the national production of certain agricultural crops, %

Сільськогосподарські культури	2000	2005	2010	2015	2018	2020
Частка у виробництві:						
Зернових культур	3,4	4,2	3,9	5,8	7,0	8,3
Рейтинг з-поміж регіонів України	16	12	12	7-8	3	1
Кукурудзи	2,8	7,4	6,8	10,5	10,7	14,2
Рейтинг з-поміж регіонів України	14	6	6	2	2	1
Соняшнику	0,2	0,3	0,9	3,7	4,0	5,3
Рейтинг з-поміж регіонів України	16	16	15	14	11	8
Частка у виробництві продукції рослинництва, %	6,8	3,6	3,5	4,6	5,1	6,0
Рейтинг з-поміж регіонів України	13	14	14	13	10	5

Складено автором за даними Державної служби статистики України

тві кукурудзи оцінювалися шляхом обчислення коефіцієнтів територіальної концентрації. Аналіз їх динаміки свідчить про: по-перше, посилення поляризації виробництва цієї культури між південними і північними частинами регіону; по-друге, поступову просторову експансію виробництва кукурудзи із традиційних лісостепових до нетипових поліських районів Чернігівщини. У 2020 році найвищими показниками територіальної концентрації виробництва кукурудзи вирізнялися: Срібнянський (2,7 од.), Бобровицький (2,45), Прилуцький (2,06) і Талалаївський (1,9 од.) «старі» адміністративні райони Чернігівської області. В північних поліських районах області показники територіальної концентрації виробництва кукурудзи набагато менші (0,18-0,85), однак сам факт її вирощування на цих територіях став можливим завдяки змінам агрокліматичних показників. Посівні площі під кукурудзою в деяких

поліських районах Чернігівщини зросли майже удвічі.

Соняшник також є теплолюбною культурою. Для його дозрівання сума ефективних температур має становити 2300-2700°C. Наразі практично на всій території Чернігівщини сума ефективних температур достатня для вирощування в регіоні майже всіх гібридів соняшнику. Додатковою перевагою регіону, порівняно з південними частинами України, є досить значна кількість опадів.

Іntenсивне зростання посівних площ і валових зборів соняшнику в Чернігівській області триває від 2010 року. Загалом за 2010-2020 роки посівні площі під цією культурою зросли у шість разів, а валові збори – в 11,3 рази. Зазначені тенденції зумовили посилення значущості Чернігівської області в загальнодержавному виробництві соняшнику. Якщо у 2000 році в регіоні продукувалося лише 0,2 % насіння соняшнику країни, то

у 2020 році – 5,3 % (табл. 2). Відповідно змінився і рейтинг області за виробництвом соняшнику: вона перемістилася з 16 на 8 позицію. Окремо варто відзначити високу врожайність соняшнику в регіоні. У 2021 році вона перевищувала пересічне для країни значення на 43 %, а показники врожайності Миколаївської та Запорізької областей – майже удвічі.

Через зміну агрокліматичних показників вирощування соняшнику стало нормою навіть для районів північної частини Чернігівської області. Якщо у 2000 році соняшник взагалі не вирощувався в дев'яти «старих» районах регіону, то зараз у них зосереджено майже 24 % посівних площ цієї

культури та 25 % її валових зборів. Лідерами як за посівними площами, так і за валовими зборами соняшнику, є Чернігівський, Бахмацький і Ніжинський райони. На них припадає майже 28 % загальнообласного виробництва насіння соняшнику.

Найвищі значення індексу територіальної концентрації виробництва соняшнику мають лісостепові райони області – Варвинський (2,24 од.), Бахмацький (2,18) і Ніжинський (1,8). Водночас і в поліських – Коропському, Менському, Сновському та Чернігівському районах індекс територіальної концентрації також перевищує пересічні для регіону значення (рис. 1).

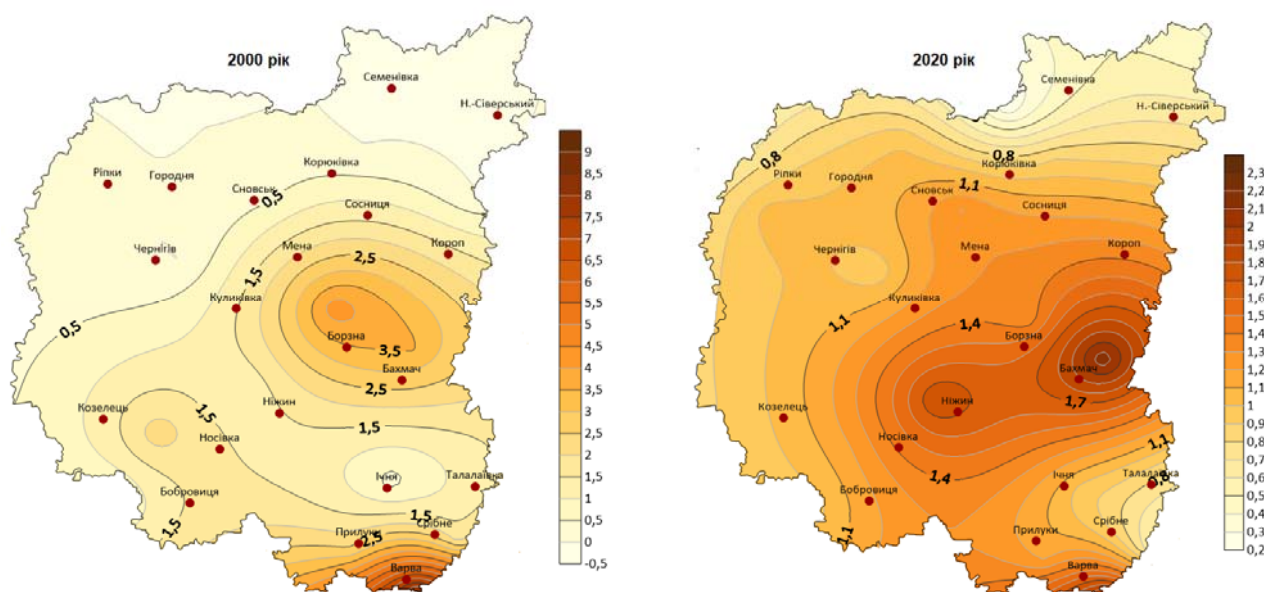


Рис. 1. Індекси концентрації виробництва соняшнику в Чернігівській області, од. / Fig. 1. Indices of concentration of sunflower production in Chernihiv region, un.

Аналогічна ситуація простежується і за показником урожайності соняшнику. Поліські райони звичайно поступаються лісостеповим за рівнем урожайності, однак темпи її зростання упродовж останнього десятиліття є помітно вищими саме в районах центральної та частково північної частин області.

Просторова експансія на територію Чернігівщини кукурудзи, соняшнику, сої та ріпаку зумовила помітне скорочення посівних площ та обсягів виробництва традиційних для регіону культур – льону-довгунцю, жита, картоплі. Наслідком цього стала зміна типової для регіонів Полісся спеціалізації сільського господарства.

Зрозуміло, що схарактеризовані на прикладі кукурудзи та соняшнику трансформації в аграрному виробництві сталися не лише під впливом кліматичних змін. Важливе значення мають також агротехнічні та економічні чинники, зокрема якість насіння, кількість внесених мінеральних добрив, дотримання оптимальних термінів посівної

кампанії, рентабельність виробництва різних сільськогосподарських культур тощо.

Для визначення впливу кліматичних чинників на продуктивність (урожайність) маркерних сільськогосподарських культур було проведено обчислення пересічних показників урожайності кукурудзи та соняшнику, а також визначено трендову урожайність цих культур за два часові періоди – 2001-2010 та 2011-2020 роки. Ступінь впливу агротехнічних заходів на урожайність попередньо оцінювалася за величиною коефіцієнта детермінації ( $R^2$ ) для рівнянь лінії трендів. Зростання цього показника вказує на наближення урожайності до трендової, а значить на послаблення залежності від кліматичних умов. Трендова урожайність для кукурудзи в обох часових періодах визначалася на основі поліномів четвертого ступеня (рис. 2).

Проведені обчислення та величина коефіцієнтів детермінації свідчать про те, що, по-перше, кліматичний чинник мав визначальний вплив на

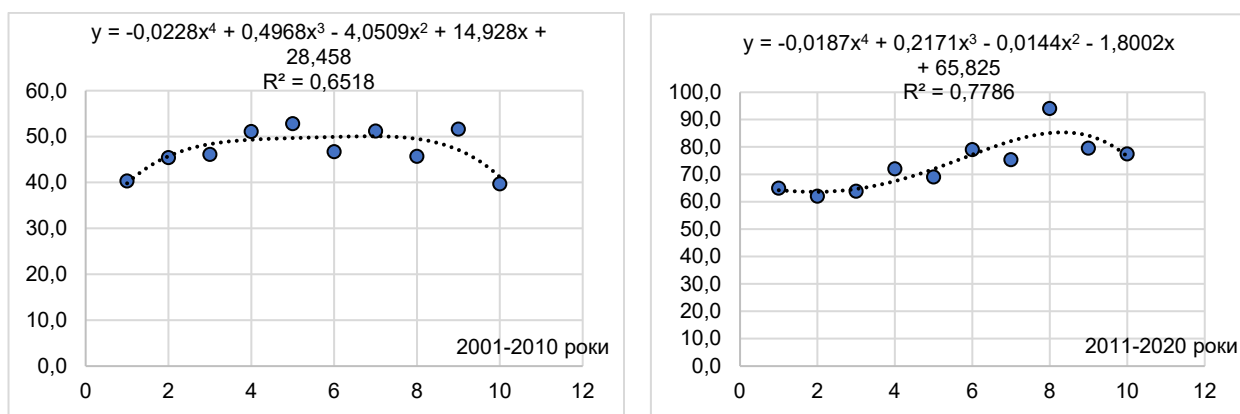


Рис. 2. Урожайність кукурудзи в Чернігівській області (статистичні дані та тренд) у 2001-2010 та 2011-2020 роках, ц/га /

Fig. 2. Corn yield in Chernihiv region (statistical data and trend) in 2001-2010 and 2011-2020, cent./ha

урожайність кукурудзи упродовж 2001-2010 років (74 %), по-друге, його значущість у другому часовому періоді стала значно меншою і практично зрівнялася з агротехнічним складником (56,3 та 43,7 % відповідно) (табл. 3). Ці висновки підтверджуються результатами кореляційного аналізу. У 2001-2010 роках кореляційна залежність між урожайністю кукурудзи та кількістю внесених мінеральних добрив становила лише 0,029, у 2011-2020 роках – 0,757.

Аналогічні обчислення, проведені для урожайності соняшника, також підтвердили вагомість впливу кліматичного чинника на продуктивність цієї культури. Однак слід зазначити, що його перевага над агротехнічним складником не є такою значною, як для кукурудзи у 2001-2010 роках. Загалом частка кліматичного чинника в загальній дисперсії урожайності соняшнику впродовж 2001-2020 років варіювала в межах 53,3-56,3 % (табл. 3).

Таблиця 3 / Table 3

Показники природної та трендової урожайності кукурудзи й соняшнику в Чернігівській області / Indicators of natural and trend yield of corn and sunflower in Chernihiv region

Роки	Кукурудза		Соняшник		Роки	Кукурудза		Соняшник	
	П	Т	П	Т		П	Т	П	Т
2001	40,3	39,8	6,7	6,9	2011	64,9	64,2	18,3	18,1
2002	45,4	45,7	8,3	8,1	2012	62,0	63,6	20,3	20,5
2003	46,1	48,4	9,2	8,7	2013	63,8	64,6	21,7	21,9
2004	51,1	49,3	8,2	9,3	2014	72,0	67,5	22,6	22,8
2005	52,8	49,7	11,2	10,5	2015	69,0	71,9	24,7	23,8
2006	46,7	50,0	11,4	12,1	2016	79,0	77,2	25,9	25,0
2007	51,2	50,1	15,0	14,1	2017	75,3	82,1	24,2	26,3
2008	45,7	49,6	16,3	15,8	2018	94,0	85,1	28,4	27,7
2009	51,6	47,3	15,8	16,4	2019	79,5	84,0	29,9	28,7
2010	39,7	41,4	15,7	14,9	2020	77,4	76,5	28,9	28,8
$\frac{\sigma^2}{\sigma^2 + \sigma_a^2} \cdot 100\%$	74,1	25,9	52,8	47,2		56,3	43,7	53,3	46,7

П – природна урожайність; Т – трендова урожайність

Наведені результати підтверджують вагомість впливу кліматичного чинника на продуктивність маркерних сільськогосподарських культур, посівні площі під якими в Чернігівській області зросли найбільше. Зрозуміло, ще цей вплив не є абсолютним, однак кліматичний чинник був тією першопричиною, яка зробила можливою «міграцію» низки сільськогосподарських культур із пів-

денних у північні регіони України.

Кліматичні зміни й надалі будуть впливати на структуру сільського господарства регіону, а через нього – на переробні виробництва й зайнятість населення. Важливо, щоб зазначені аспекти знайшли належне відображення в перспективних програмах розвитку аграрного сектору Чернігівської області шляхом розроблення ефективних ада-



птаційних заходів.

**Висновки.** Основними трендами кліматичних змін на Чернігівщині упродовж 2001-2020 років є зростання температури повітря (на 1°C проти пересічного показника за 1944-2019 роки), тривалості вегетаційного періоду, суми ефективних температур і незначне скорочення кількості опадів (на 11 %). Завдяки цьому в регіоні сформувалися сприятливі агрокліматичні умови для вирощування низки нетипових для цієї області сільськогосподарських культур, що загалом зумовило територіальні трансформації в її аграрному виробництві. Головною рисою цих трансформацій є просторова експансія в регіон теплолюбних сільськогосподарських культур, зокрема кукурудзи та соняшнику. Посівні площі та валові збори цих культур зросли в Чернігівській області в десятки разів, а локальні агрокліматичні зони їхнього вирощування перемістилися на північ на 125-150 км. Наразі в північних (поліських) районах області продукується від 25 до 30 % кукурудзи та насіння соняшнику регіону. Кліматичні зміни, поряд з агротехнічними заходами, зумовили значне зростання продуктивності кукурудзи та соняшнику, а також рентабельності їхнього виробництва. Уро-

жайність цих маркерних культур суттєво перевищує пересічні для України значення, що посилює привабливість Чернігівської області для потенційних виробників низки сільськогосподарських культур, основними регіонами вирощування яких були степові простори країни.

Використання спеціальної методики дозволило виявити низку залежностей та вперше оцінити внесок кліматичного чинника в урожайність кукурудзи та соняшнику в Чернігівській області. Встановлено, що агрокліматичні показники мали більший вплив на урожайність кукурудзи, ніж соняшнику, особливо упродовж 2001-2010 років.

Запропонована в роботі модель дослідження трансформаційних процесів в аграрному виробництві Чернігівської області під впливом кліматичних змін можна застосувати до інших регіонів країни, що дасть можливість перевірити її надійність та ефективність. Перспективними можуть бути дослідження впливу кліматичних чинників на продуктивність сільськогосподарського виробництва, які базуються на використанні більшого переліку агрокліматичних показників і сучасних економетричних методів аналізу.

#### Список використаної літератури

1. Зміна клімату та сільське господарство в Україні: що варто знати фермерам. – Київ, 2019. – 34 с.
2. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналітична доповідь / за ред. С.П. Іванюти. – К.: НІСД, 2020. – 110 с.
3. Семенова І.Г. Прогностичний розподіл посух теплового сезону по території України в 2021-2050 рр. / І.Г. Семенова, А.М. Польовий // Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія: «Геологія. Географія. Екологія». – 2020. Вип. 53. – С. 169-179. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2020-53-13>.
4. П'яте національне повідомлення України з питань зміни клімату. – Київ, 2009. – 282 с.
5. Майданович Н. Про вплив кліматичних змін на агросферу України: огляд / Н. Майданович // Новітні технології в АПК: дослідження та управління. – 2020. – Вип. 27 (41). – С. 162-175.
6. Балабух В.О. Вплив зміни клімату на продуктивність озимої пшениці в Україні у період вегетаційного циклу / В.О. Балабух, Л.П. Одноток, О.О. Кривошеїн // Гідрологія, гідрохімія та гідроекологія. – 2017. – №3 (46). – С. 72-85.
7. Балабух В.О. Вплив зміни клімату на формування урожайності кукурудзи в агрокліматичних зонах України / В.О. Балабух // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2019. – №3 (54). – С. 103-104.
8. Thompson L. M. Effects of Changes in Climate and Weather Variability on the Yields of Corn and Soybeans // Journal of production agriculture. – 1988. – Vol. 1. – No. 1. – P. 20-27.
9. Польовий А.М. Агрокліматичні аспекти продуктивності соняшника Одещини в умовах потепління клімату / А.М. Польовий, Л.Ю. Божко, О.А. Барсукова // Екологічні науки. – 2022. – №5 (44). – С. 249-254. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.5-44.38>.
10. Yang B. Effects of Climate Change on Corn Yields: Spatiotemporal Evidence from Geographically and Temporally Weighted Regression Model / B. Yang, S. Wu & Z. Yan // International journal of Geo-information. – 2022. – No 11 (8), 433. <https://doi.org/10.3390/ijgi11080433>
11. Kukul Meetpal S. Climate-Driven Crop Yield and Yield Variability and Climate Change Impacts on the U.S. Great Plains Agricultural Production / Meetpal S. Kukul, Suat Irmak // Biological Systems Engineering: Papers and Publications. – 2018. – 524 p. <https://digitalcommons.unl.edu/biosysengfacpub/524>
12. Lobell David B. Climate Trends and Global Crop Production Since 1980 / David B. Lobell, W. Schlenker, J. Costa-Robert // Science. – 2011. – Vol. 333. – No.6042. – P. 616-620. DOI: [10.1126/science.1204531](https://doi.org/10.1126/science.1204531)
13. Muller D. Impact of climate change of wheat production in Ukraine / D. Muller, F. Jungandreas, F. Koch & F. Schierhorn // APD/APR/02/2016. 41 p. Retrieved from: [https://www.researchgate.net/publication/307569914\\_Impact\\_of\\_climate\\_change\\_on\\_wheat\\_production\\_in\\_Ukraine](https://www.researchgate.net/publication/307569914_Impact_of_climate_change_on_wheat_production_in_Ukraine)
14. Польовий А.М. Вплив кліматичних змін на формування продуктивності кукурудзи в західному Лісостепу України / А.М. Польовий, Т.К. Костюкевич, А.В. Толмачова, О.Л. Жигайло // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – 2021. – Вип. 1. – С. 29-36. DOI: [https://doi.org/10.31521/2313-092X/2021-1\(109\)-4](https://doi.org/10.31521/2313-092X/2021-1(109)-4)

15. Барановський М.О. Територіальні зрушення в аграрному виробництві регіонів Українського Полісся в умовах кліматичних змін / М.О. Барановський // Суспільно-географічні чинники розвитку регіонів. Матер. VI міжнар. наук.-практ. конф. / за ред. Ю.М. Барського (м. Луцьк, 11-12 листопада 2022 р.). – Луцьк: ПП Іванюк В.П., 2022. – С. 19-21.
16. Барановський М.О. Трансформаційні процеси у сільськогосподарському виробництві Чернігівської області / М.О. Барановський // Економічна та соціальна географія. – 2012. – Вип. 65. – С. 89-97.
17. Марущинець А.В. Галузево-територіальна трансформація аграрної сфери Київського Придніпров'я / А.В. Марущинець // Український географічний журнал. – 2015. – №1. – С. 42-49.
18. Марущинець А.В. Територіальні трансформації в аграрному секторі Столичного району / А.В. Марущинець, М.О. Барановський // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: географія. – 2012. – №1. – С. 91-97.
19. Niemets L. Transformation of the agrarian sphere of Ukraine: approaches to study / L. Niemets, M. Lohvynova, Y. Kandyba, L. Klyuchko & O. Kravnyukov // Human geography journal. – 2018. – Vol. 24. – P. 31-38. <https://doi.org/10.26565/2076-1333-2018-24-03>.
20. Сільське господарство Чернігівщини за 2000-2020 роки. Статистичний збірник. Чернігів, 2021. 89 С.
21. Ромащенко М.І. Вплив сучасних кліматичних змін на водні ресурси та сільськогосподарське виробництво / М.І. Ромащенко, Ю.В. Гусев, А.П. Шатковський, Р.В. Сайдак, М.В. Яцюк, А.М. Шевчук, Т.В. Матяш // Меліорація і водне господарство. – 2020. – №1. – С. 5-22. <https://doi.org/10.31073/mivg202001-235>.
22. Агрокліматичний довідник по території України (середні обласні показники) / за ред. Т.І. Адаменко, М.І. Кульбиди, А.Л. Прокопенко. – К.-Подільський: ПП Галагодза Р.С., 2011. 108 с.
23. Департамент агропромислового розвитку Чернігівської обласної державної адміністрації / <https://aprk.gov.ua/index.php?id=384735&tp=0>

**Внесок авторів:** всі автори зробили рівний внесок у цю роботу

## Territorial transformations in agriculture of Chernihiv region in the context of climate change: the case of corn and sunflower

*Mykola Baranovskyi*<sup>1</sup>,

DSc (Geography), Professor of Department of Geography, Tourism and Sports,  
<sup>1</sup> Mykola Gogol Nizhyn State University, 2 Graftska St., Nizhyn, 16602, Ukraine;

*Denys Hlushko*<sup>1</sup>,

PhD Student of Department of Geography, Tourism and Sports

### ABSTRACT

**Introduction.** Different crops and regions of Ukraine are characterized by unequal dependencies on climate change. This situation creates a demand for scientific research to analyse «climate-agricultural production» dependence at the regional level. Chernihiv region, whose territory is located in two environmental zones, is an ideal testing ground for assessing territorial transformations in agricultural production under the influence of climate change.

**The purpose of article.** The purpose of the study was to identify territorial transformations in agricultural production of Chernihiv region that were formed under the influence of climate change during 2001-2020, using corn and sunflower as an example. Additionally, the impact of climate factors on the yield of the selected crops in the region was assessed.

**Research methods.** The study was based on data on gross harvest and yields of the selected crops, corn and sunflower, in Chernihiv region during 2001-2020. Climate trends were represented by average air temperature and precipitation during the growing season for the same period. Spatial transformations of the region's agricultural production were determined using the territorial concentration index. A number of calculations were carried out to assess the contribution of climatic factors to the dynamics of yields of the selected crops. They included the determination of 1) trend yields; 2) total and agrotechnical variance; 3) the share of the climatic factor in the total variance.

**Main findings.** In 2001-2020, Chernihiv region observed a significant increase in heat supply, the length of the growing season, and the sum of effective temperatures. The climate trends of this period created suitable conditions for expanding of a number of heat-tolerant crops, including corn and sunflower, into the region. The study used them as selected crops to assess territorial transformations in agricultural production of this northern region of Ukraine. The analysis of statistical data showed that the sown area and gross harvest of corn and sunflower increased tenfold in Chernihiv region, and the local agroclimatic zones of their cultivation moved 125-150 km north.

The main producers of corn and sunflower are still the forest-steppe areas of the region. At the same time, its Polissya part currently produces 25 to 30% of the gross harvest of these crops. Due to climate change in the region, the yield of the selected crops has increased significantly, exceeding the national average values by 37-43%. The «migration» of heat-tolerant crops to the region has considerably changed the specialization of agricultural production in this Polissya region. Based on the calculations, it was found that the contribution of the climatic factor to corn yields was maximum in 2001-2010 - 74%. The contribution of climatic trends to sunflower yield of the region was significantly lower - 53-56 % in different periods. Taking into account the results obtained, the study points out the need to develop effective measures for adapting agricultural production in Chernihiv region to climate change.



**Scientific novelty and practical value.**

The article describes for the first time the characteristics of territorial transformations in agricultural production of Chernihiv region in the context of climate change and assesses the contribution of the climatic factor to the dynamics of productivity of the selected crops in the region. The practical value of the study is the possibility of using its algorithm to conduct similar studies in other regions of Ukraine. The results of the study are important in the context of substantiating regional measures to adapt agricultural production to climate change.

**Keywords:** climate change, transformation of agricultural production, corn, sunflower, territorial concentration index, trend modelling, Chernihiv region.

**References**

1. *Climate change and agriculture in Ukraine: what farmers should know* (2019). Kyiv, 34 [In Ukrainian].
2. *Climate change: consequences and measures of adaptation: analytical report / ed. by S.P. Ivanyut* (2020). K., NISS, 110 [In Ukrainian].
3. Semenova, I. & Polevoy, A. (2020). *Projected distribution of the warm season droughts over the territory of Ukraine in 2021-2050. Visnyk of V.N. Karazin Kharkiv national university, series «Geology. Geography. Ecology», 53, 169-179 [In Ukrainian] <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2020-53-13>.*
4. *Fifth National Communication of Ukraine on Climate Change* (2009). Kyiv, 282 [In Ukrainian].
5. Maidanovych, N. (2020). *How climate change can influence the agriculture in Ukraine. The latest technologies in the agroindustrial complex: research and management, 27(41), 162-175 [In Ukrainian].*
6. Balabuh, V. O., Odnoletok, L. P. & Kryvoshein O. O. (2017). *Climate change impacts on the winter wheat productivity in Ukraine during vegetation cycle. Hidrolohiia, hidrokhiimiia i hidroekolohiia, 3 (46), 72-85 [In Ukrainian].*
7. Balabukh, V. O. (2019). *The impact of climate change on the formation of corn productivity in the agro-climatic zones of Ukraine. Hidrolohiia, hidrokhiimiia i hidroekolohiia, 3 (54), 103-104 [In Ukrainian].*
8. Thompson, L. M. (1988). *Effects of Changes in Climate and Weather Variability on the Yields of Corn and Soybeans. Journal of production agriculture, 1/1, 20-27.*
9. Polevoy, A., Bozhko, L. & Barsukova, E. (2022). *Agroclimatic aspects of sunflower productivity in Odesa region in conditions of climate warming. Ecological sciences, 5(44), 249-254 [In Ukrainian].*
10. Yang, B., Wu, S. & Yan, Z. (2022). *Effects of Climate Change on Corn Yields: Spatiotemporal Evidence from Geographically and Temporally Weighted Regression Model. International journal of Geo-information, 11 (8), 433. <https://doi.org/10.3390/ijgi11080433>*
11. Kukal, Meetpal S. & Irmak, S. (2018). *Climate-Driven Crop Yield and Yield Variability and Climate Change Impacts on the U.S. Great Plains Agricultural Production. Biological Systems Engineering: Papers and Publications, 524. <https://digitalcommons.unl.edu/biosysengfacpub/524>*
12. Lobell, David B., Schlenker, W. & Costa-Robert, J. (2011). *Climate Trends and Global Crop Production Since 1980. Science, 333 (6042), 616-620. <https://doi.org/10.1126/science.1204531>*
13. Muller, D., Jungandreas, F., Koch, F. & Schierhorn, F. (2016). *Impact of climate change of wheat production in Ukraine / APD/APR/02/2016. 41 p. Retrieved from: [https://www.researchgate.net/publication/307569914\\_Impact\\_of\\_climate\\_change\\_on\\_wheat\\_production\\_in\\_Ukraine](https://www.researchgate.net/publication/307569914_Impact_of_climate_change_on_wheat_production_in_Ukraine).*
14. Polevoy, A., T. Kostiukievych, T., Tolmachova, A. & Zhygailo, O. (2021). *The impact of climatic changes on forming the corn productivity in the western forest-steppe of Ukraine. Ukrainian Black Sea region agrarian science, 1, 29-36. [https://doi.org/10.31521/2313-092X/2021-1\(109\)-4](https://doi.org/10.31521/2313-092X/2021-1(109)-4) [In Ukrainian].*
15. Baranovsky, M. O. (2022). *Territorial shifts in agricultural production in the regions of Ukrainian Polissia in the conditions of climatic changes. Socio-geographical factors of regional development / Ed. by Yu.M. Barsky. Lutsk, 19-21 [In Ukrainian].*
16. Baranovsky, M. O. *Transformational processes in agrarian production of Chernigiv region* (2012). *Ekonomichna ta sotsialna geografiya, 65, 89-97.*
17. Marushchynets, A. (2015). *Sectorial and territorial transformation of the Kyiv region Dnieper river basin agrarian production. Ukrainian geographical journal, 42-49 [In Ukrainian].*
18. Maruschynets, A. V. & Baranovsky, M.O. (2012). *Territorial transformations in agrarian sector of capital district. The scientific issues of Ternopil Volodymyr Hnatiuk national pedagogical university. Series: Geography, 1, 91-97 [In Ukrainian].*
19. Niemets, L., Lohvynova, M., Kandyba, Y., Klyuchko, L., & Kraynukov, O. (2018). *Transformation of the agrarian sphere of Ukraine: approaches to study. Human geography journal, 24, 31-38. <https://doi.org/10.26565/2076-1333-2018-24-03>.*
20. *Agriculture of Chernihiv region for 2000-2020. Statistical publication* (2021). Chernihiv, 89 [In Ukrainian].
21. Romashenko, M. I., Husyev, Yu. V., Shatkovskiy, A. P., Saidak, R. V., Yatsyuk, M. V., Shevchenko, A. M. & Matiash, T. V. (2020). *Impact of climate change on water resources and agricultural production. Land reclamation and water management, 1, 5-22 [In Ukrainian]. <https://doi.org/10.31073/mivg202001-235>*
22. *Agroclimatic guide for the territory of Ukraine (average regional indicators)* (2011). Ed. Adamenko T., Kulbida M. & Prokopenko A. K.-Podilskyi, 108 [In Ukrainian].
23. *Department of Agro-Industrial Development of the Chernihiv Regional State Administration. <https://apk.cg.gov.ua/index.php?id=384735&tp=0>*

**Authors Contribution:** All authors have contributed equally to this work

Received 26 January 2023

Accepted 15 March 2023