



АГРОНОМІЯ

УДК 631.1: 58.056:519

DOI <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.5.2023.11>

ОЦІНКА МІНЛИВОСТІ ВРОЖАЇВ ОСНОВНИХ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР І ОПТИМІЗАЦІЯ ЇХ ПОСІВНИХ ПЛОЩ НА ТЕРИТОРІЇ МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

А. О. Ільїна¹, В. Г. Ільїна², О. І. Чернякова³, А. М. Мозговий⁴

Суттєві зміни кліматичних умов, що спостерігаються за останні 50 років, істотно впливають на результативність вирощування зернових культур. Продуктивність сільського господарства та врожайність орних земель безпосередньо впливають на рівень продовольчої безпеки країн, що розвиваються, та на їхній економічний розвиток. Україна не є винятком. Сучасний стан сільського господарства України характеризується пошуком способів підвищення ефективності виробництва сільськогосподарської продукції шляхом оптимізації посівних площ як ключовим чинником ефективності. Оцінка часової мінливості врожаїв основних зернових культур проводилась на території Миколаївської області, яка характеризується дуже посушливими кліматичними умовами через невелику кількість опадів за значного надходження теплових ресурсів. Тому отримання високих і стійких урожаїв на цій території для більшості зернових культур можливе лише за умови оптимізації посівних площ з урахуванням змін погодних умов. У роботі проведено оцінку часової мінливості врожаїв основних сільськогосподарських культур (озима пшениця, озимий ріпак, ярий ячмінь, овес, кукурудза, соняшник) Миколаївської області за період із 2001 по 2021 роки. Розрахований погодний коефіцієнт варіації врожайності зернових культур, який дозво-

¹ доктор філософії з наук про Землю,
асистент кафедри екології та охорони довкілля
(Одеський державний екологічний університет, м. Одеса)
e-mail: ilina_ann@ukr.net
ORCID: 0000-0003-4108-3239

² кандидат географічних наук,
доцент кафедри екології та охорони довкілля
(Одеський державний екологічний університет, м. Одеса)
e-mail: vilina653@gmail.com
ORCID: 0000-0001-5781-701X

³ старший викладач кафедри екології та охорони довкілля
(Одеський державний екологічний університет, м. Одеса)
e-mail: oksvital65@gmail.com
ORCID: 0000-0002-5221-6001

⁴ доцент кафедри екології та природоохоронних технологій
(Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв)
e-mail: a.m.mozgovyy@gmail.com
ORCID: 0000-0001-9315-169X

лив визначити якісні характеристики зон мінливості врожайності зернових культур і виділити такі градації для досліджуваних культур: озимий ріпак, ярий ячмінь і кукурудза – найстійкіші врожаї, озима пшениця та соняшник – помірно стійкі врожаї, овес – нестійкі врожаї. Було виявлено, що культури, які відносять до найстійкіших врожаїв, охоплюють незначні посівні площі на території області. Найбільші площі перебувають під посівами озимої пшениці та соняшника. Надані рекомендації щодо збільшення площ кукурудзи та ярого ячменю та помірного збільшення площі під озимим ріпаком, який, на жаль, значною мірою виснажує ґрунти. Рекомендовано зменшити площі озимої пшениці та соняшника на 15–20%.

Ключові слова: продуктивність, варіація врожайності, тренд, погодні умови, погодний коефіцієнт, співвідношення посівних площ.

ASSESSMENT OF YIELD VARIABILITY OF MAIN CEREAL CROPS AND OPTIMIZATION OF THEIR SOWING AREAS IN THE TERRITORY OF MYKOLAIV REGION

A. O. Iliina, V. G. Iliina, O. I. Chernyakova, A. M. Mozgovy

Significant changes in climatic conditions observed over the past 50 years have a significant impact on the effectiveness of growing grain crops. Agricultural productivity and arable land productivity directly affect the level of food security in developing countries and their economic development. Ukraine is no exception. The current state of agriculture in Ukraine is characterized by the search for ways to increase the efficiency of agricultural production by optimizing the sown areas as a key factor of efficiency. The assessment of the temporal variability of yields of the main grain crops was carried out on the territory of the Mykolaiv region, which is characterized by very arid climatic conditions due to a small amount of precipitation with a significant influx of thermal resources. Therefore, obtaining high and stable harvests in this territory for most grain crops is possible only if the sown areas are optimized taking into account changes in weather conditions. The work evaluated the temporal variability of yields of the main agricultural crops (winter wheat, winter rapeseed, spring barley, oats, corn, sunflower) of the Mykolaiv region for the period from 2001 to 2021. The weather coefficient of variation in the yield of grain crops was also calculated, which made it possible to determine the qualitative characteristics zones of grain crop yield variability and distinguish the following gradations for the studied crops: winter rapeseed, spring barley and corn - the most stable crops, winter wheat and sunflower – moderately stable crops, oats - unstable crops. It was found that crops that belong to the most stable crops do not occupy large cultivated areas on the territory of the region. The largest areas are occupied by winter wheat and sunflower crops. The work provides recommendations for increasing the area of corn and spring barley and moderately increasing the area under winter rape, which, unfortunately, depletes the soil to a large extent. It is recommended to reduce the areas of winter wheat and sunflower by 15–20%.

Key words: productivity, yield variation, trend, weather conditions, weather coefficient, ratio of sown areas.

Вступ

Натепер більшість країн, що розвиваються, досить сильно залежать від продуктивності сільського господарства та, як наслідок даного процесу, від урожайності орних земель. У свою чергу, суттєві зміни кліматичних умов, що спостерігаються за останні 50 років, істотно впливають на результативність вирощування зернових культур. Це значною мірою позначається на загальному рівні продовольчої безпеки країни та безпосередньо впливає на її економічний розвиток.

З початку промислового виробництва оптимізація визначалась як ключовий чинник ефективності. Нині існує велика кіль-

кість різноманітних програм, які розроблені для оптимізації процесів і витрат у галузях виробництва, і сільське господарство не є винятком. Оптимізація в сільському господарстві має вирішальне значення не лише для зниження витрат від різноманітних ризиків, але й для підвищення врожайності. Варто відзначити, що сучасний стан сільського господарства України характеризується подальшим пошуком шляхів підвищення ефективності виробництва сільськогосподарської продукції.

Підхід сумісної оцінки біологічної, екологічної й антропогенної складових частин потенціалу врожайності з урахуванням особливостей відповідної місцевості

у своїх роботах описував В.П. Дмитренко (Дмитренко, 2010). Е. Гумбель визначив метод оцінки господарського максимуму врожайності, а також вплив тренду на рівень урожайності. Вагомий внесок у розроблення теоретичних і прикладних проблем дослідження зробили такі науковці: І.Р. Бузько, В.В. Віталінський, Я.І. Єлейко, С.М. Іляшенко, А.Б. Камінський та інші.

Метою представленої роботи є оптимізація посівних площ зернових культур на території Миколаївської області за змін погодних умов.

Матеріал і методи

Для проведення оцінки часової мінливості врожаїв основних зернових культур Миколаївської області використовувались дані щодо врожайності культур із 2002 по 2021 рр. (Екологічний ..., 2022; Регіональна ..., 2022).

Відомо, що існує дві групи чинників, які впливають на мінливість урожаїв сільськогосподарських культур в окремі роки. Перша група охоплює досягнення генетики та селекції, а також технологію обробітку культур (енергозабезпечення сільського господарства, меліорація земель, забезпеченість добривами тощо). Друга група об'єднує метеорологічні чинники, що визначають відхилення врожайності від середнього рівня (Крочак, 2017).

Для проведення роздільної оцінки ступеня впливу на врожайність як рівня культури землеробства, так і умов погоди, часові ряди врожайності сільськогосподарських культур були розкладені на дві частини – стаціонарну та випадкову (Польовий і Божко, 2007). У такій постановці ряд урожайності можна представити у вигляді загальної статистичної моделі такого виду:

$$Y_t = f(t) + U_t \quad (1)$$

де $f(t)$ – стаціонарна послідовність; U_t – випадкова послідовність.

Стаціонарна складова частина називається трендом і досить точно характеризує середній рівень урожайності, зумовлений рівнем культури землеробства, економічними та природними особливостями конкретного району. Випадковий складник зумовлюється погодними особливостями окремих років, визначає їхній вплив на формування врожайності та представляє відхилення від лінії тренду (Білоусько, 2013).

У роботі досліджувалися ряди врожайності озимої пшениці, озимого ріпаку, ярого ячменю, вівса, соняшника та кукурудзи.

Тенденція врожайності визначалася за допомогою методу гармонійних зважувань. Для проведення аналізу динаміки тенденції врожайності нами розглядався абсолютний приріст тенденції врожайності ΔY_t :

$$\Delta Y_T = Y_{T_i} - Y_{T_i - k} \quad (2)$$

температура тенденції врожайності T_p :

$$T_p = \frac{Y_{T_i}}{Y_{T_i - k}} \cdot 100\% \quad (3)$$

де Y_{T_i} – значення врожайності в i -й рік; $Y_{T_i - k}$ – базисний рівень урожаїв, віддалений від Y_{T_i} на k років, т/га.

Як відомо, через вплив погодних умов урожайність сільськогосподарських культур змінюється щороку. У роботі (Польовий та ін., 2011) використовується погодний коефіцієнт варіації врожайності C_p , який розраховується за формулою:

$$C_p = \frac{1}{\bar{Y}} \sqrt{\frac{\sum(Y_i - \bar{Y})^2 - \sum(\bar{Y}_i - \bar{Y})}{n-1}} \quad (4)$$

де C_p – кліматичний складник мінливості урожаїв; \bar{Y} – середня багаторічна врожайність; Y_i – урожайність конкретного року; \bar{Y}_i – урожайність за трендом у конкретному році; n – тривалість часового ряду врожайності (Бондаренко та ін., 2009).

Результати

На території Миколаївської області вирощуються багато зернових культур (озима пшениця, ярий ячмінь, овес, жито, просо) і технічних (соя, ріпак, соняшник). Спеціалізація рослинницької галузі в області ґрунтується переважно на посівах найбільш рентабельних культур, серед яких пріоритетна роль належить пшениці озимій і соняшнику (рис. 1). Як видно, найбільші посівні площі на території регіону зайняті під соняшником – 22%. Друге місце належить озимій пшениці та ярій пшениці (21%). На третьому місці ячмінь (13%), на четвертому – ярий ячмінь (10%), на п'ятому – кукурудза (5%).

Було проаналізовано динаміку врожаїв і лінії тренду озимої пшениці, ярого ячменю, вівса, соняшнику, ріпаку та кукурудзи. Як приклад у роботі представлено тенденцію динаміки врожайності озимої пшениці в Миколаївській області (рис. 2), а на рис. 3 – відхилення врожаїв озимої пшениці від лінії тренду.

Так, за розрахунковий період середня врожайність озимої пшениці становила 30 ц/га. Мінімальний урожай був зібраний у 2003 р. і дорівнював 14,1 ц/га, максимальний – у 2003 р. (5,6 ц/га). Розрахований

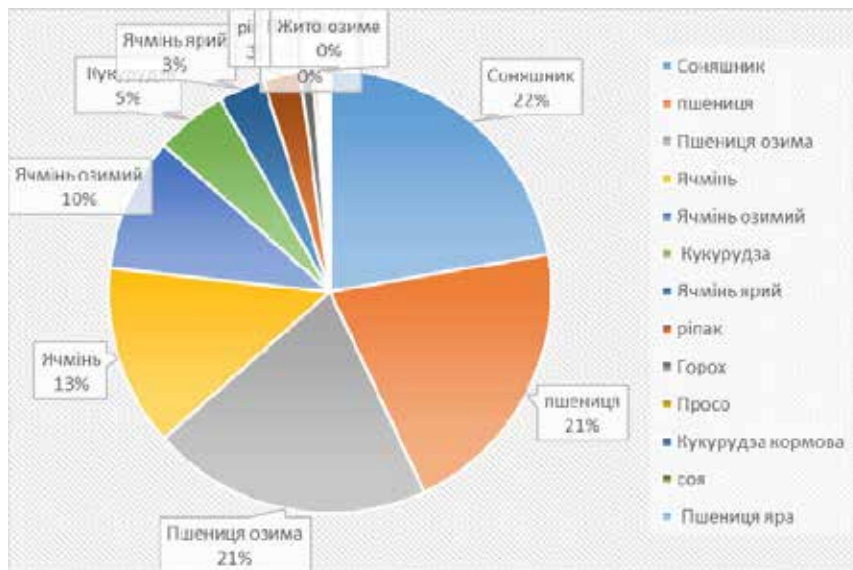


Рис. 1. Посівні площі сільськогосподарських культур Миколаївської області (2017–2021 рр.)



Рис. 2. Динаміка врожайності озимої пшениці в Миколаївській області за період 2002–2021 рр.

за методом гармонійних зважувань урожай за період має тенденцію до підвищення.

Так, на початку розрахункового періоду врожай за трендом становив 20,8 ц/га, а на кінець періоду (2021 р.) – 37,2 ц/га. У 2003 р. спостерігалось найбільше від'ємне відхилення – -16 ц/га, а у 2004 р. найбільше позитивне – 11,1 ц/га (рис. 3).

Нами була проведена оцінка варіації врожайності озимої пшениці, ярого ячменю, озимого ріпаку, вівса, кукурудзи та соняшнику з урахуванням впливу клімату, за В.М. Пасовим. Було виявлено, що найбільший коефіцієнт варіації врожайності зер-

нових культур спостерігається у вівса та дорівнює 0,33. Тому овес можна віднести до категорії нестійких урожаїв. Друге місце за значенням погодного коефіцієнта варіації посідають озима пшениця та соняшник – коефіцієнт варіації дорівнює 0,29, що дає можливість віднести їх до помірно стійких урожаїв. Кукурудзу й озимий ріпак можна віднести до найстійкіших урожаїв, оскільки за класифікацією В.М. Пасова вони мають значення коефіцієнта менше 0,20, дорівнює 0,09 і 0,06 відповідно. Ярий ячмінь має найменше значення погодного коефіцієнта варіації врожайності – 0,02, тому на тери-



Рис. 3. Відхилення від тренду врожайності озимої пшениці в Миколаївській області за період 2002–2021 рр.

торії Миколаївської області ця культура має найстійкіші врожаї.

У результаті проведеного аналізу основних сільськогосподарських культур Миколаївської області стосовно погодного коефіцієнта варіації врожайності та їх посівних площ було виявлено, що посівна площа під соняшником, який за погодним коефіцієнтом варіації врожайності належить до помірно стійкої культури, становить 496,5 тис. га. Це значення є максимальним серед культур, що розглядались (рис. 4). Головною причиною розширення

площі посіву цієї культури став рівень рентабельності виробництва насіння соняшнику – 45,2%, у порівнянні з рентабельністю зернових – 25,3%. Урожайність соняшнику у 2021 р. становила 22,4 ц/га. Для порівняння можна взяти врожай ярого ячменю, який становив 40,3 ц/га, згідно з нашими дослідженнями, ця культура є найстійкішою в Миколаївській області. Площа під посівами соняшнику за останні 20 років збільшилась майже вдвічі, що не є позитивним з погляду агротехнології – він значно виснажує ґрунт. Якщо нехтувати агротехнічними вимогами,

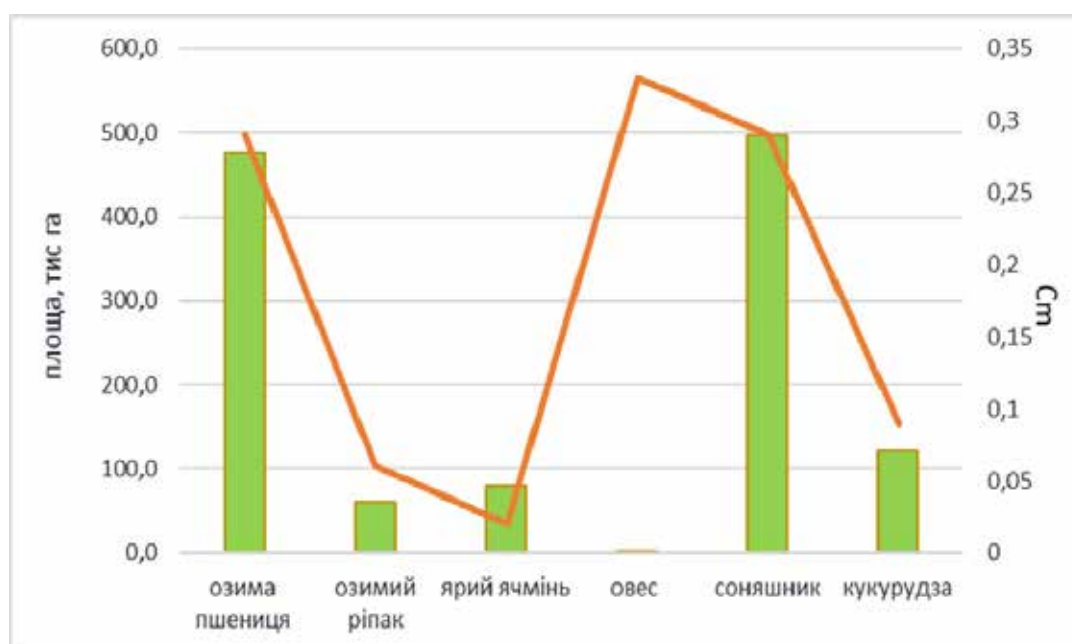


Рис. 4. Співвідношення посівних площ основних сільськогосподарських культур до значення погодного коефіцієнта варіації врожайності зернових культур на території Миколаївської області у 2021 р.

то це може призвести до суттєвого зменшення врожайності культури та погіршення стану ґрунту (Костюкевич і Колосовська, 2022). Дослідження щодо оцінки допустимих площ вирощування соняшнику за сівозмін показали, що перевищені допустимі норми вирощування соняшнику в 1,5–2,5 раза.

На другому місті за площею під вирощування сільськогосподарських культур опинилась озима пшениця (значення коефіцієнта – 0,29). Посівна площа цієї культури – 476,4 тис. га. Третє місце за кукурудзою з посівною площею 121,4 тис. га та значенням коефіцієнта 0,09, що належить до найстійкіших урожаїв території.

Ярий ячмінь, що був визначений нами як найстійкіша культура Миколаївської області з найнижчим погодним коефіцієнтом варіації врожайності (0,02), під посівами охоплює лише 79,4 тис. га. Це саме стосується й озимого ріпаку, погодний коефіцієнт варіації врожайності якого має значення 0,06 (найстійкіші врожаї), але посівна площа під його посівами – лише 60,06 тис. га.

Останнє місце як за площами посіву, так і за значенням погодного коефіцієнта варіації врожайності (0,33) належить вівсу. Площі посіву цієї культури на території Миколаївської області дорівнюють 1,1 тис. га, а сама культура відноситься до нестійких урожаїв.

Обговорення

Оптимізація та раціональне використання земельних ресурсів, особливо земель сільськогосподарського призначення, має вирішальне значення в умовах змін клімату й інтенсивного землеробства. Саме землі сільськогосподарського призначення є основою для досягнення продовольчої безпеки країни та стійкого розвитку агропромислового комплексу не тільки країни загалом, але й окремих її регіонів (Budziak, 2009). Натепер є велика кількість досліджень, програм і рекомендацій, які розроблені з метою зниження витрат від різноманітних ризиків вирощування сільськогосподарських культур, а також для підвищення їхньої врожайності. Наші результати дослідження показали, що, наприклад, озима пшениця на території Миколаївської області характеризується помірно стійкими врожаями. А згідно з результатами дослідження, які висвітлені в роботі (Польовий і Божко, 2007), видно, що стійкі врожаї озимої пшениці можна одержувати в Лісостепу, а саме на території Львівської та Тернопільської областей. Також нашими дослідженнями

було встановлено, що найбільші площі на території Миколаївської області лежать під посівами озимої пшениці та соняшнику – 476,4 та 496,5 тис. га відповідно, хоча ці культури належать до помірно стійких урожаїв. Варто зазначити, що перевищення посівних площ під посівами соняшнику виснажує ґрунт і призводить до суттєвого зменшення врожайності культури та погіршення стану ґрунту. Схожі результати були отримані в роботі (Костюкевич і Колосовська, 2022), а саме: на території Лісостепової зони в розрізі областей перевищені допустимі норми вирощування соняшнику від 1,2 до 2,5 разів. Головною причиною розширення площ посіву під цією культурою став рівень рентабельності виробництва насіння соняшнику – 45,2%, у порівнянні з рентабельністю зернових – 25,3%.

Висновки

У роботі було виконано оцінку часової мінливості врожаїв основних сільськогосподарських культур (озима пшениця, озимий ріпак, ярий ячмінь, овес, кукурудза, соняшник) Миколаївської області. Установлено, що за досліджуваній період протягом 3 років спостерігалися від'ємні відхилення за всіма видами сільськогосподарських культур. Так, на початку розрахункового періоду врожай озимої пшениці за трендом становив 20,8 ц/га, а на кінець періоду (2021 р.) – 37,2 ц/га. У 2003 р. спостерігалось найбільше від'ємне відхилення – мінус 16 ц/га, а у 2004 р. найбільше позитивне – 11,1 ц/га. Наприклад, середня врожайність соняшнику становила 15,7 ц/га. Мінімальний урожай був зібраний у 2004 р. і дорівнював 8 ц/га, найбільший урожай був зібраний у 2013 р. – 21,5 ц/га. У 2020 р. було зафіксоване значне падіння врожаю соняшнику, а саме 15,8 ц/га.

Розрахунок погодного коефіцієнта варіації врожайності дозволив визначити якісні характеристики зон мінливості врожайності зернових культур і виділити такі градації для досліджуваних культур: озимий ріпак (0,06), ярий ячмінь (0,02) і кукурудза (0,09) – найстійкіші врожаї, озима пшениця (0,29) і соняшник (0,29) – помірно стійкі врожаї, овес (0,33) – нестійкі врожаї. Шляхом оптимізації виявлено, що культури, які відносять до найстійкіших урожаїв (ярий ячмінь, озимий ріпак), охоплюють незначні посівні площі на території області (79,4 тис. га та 60,06 тис. га відповідно). Найбільші площі лежать під посівами озимої пшениці (476,4 тис. га) і соняшнику (121,4 тис. га). Рекомендовано збіль-

шення площ кукурудзи та ярого ячменю та ком, зменшення площі озимої пшениці та помірно збільшення площі під озимим ріпаком, зменшення площі озимої пшениці та соняшнику на 15–20%.

Список використаної літератури

Білоусько Т.Ю. Ефективність сільськогосподарського виробництва: досягнутий рівень та проблеми підвищення. *Вісник ХНАУ ім. В.В. Докучаєва*. 2013. № 6. С. 78–85.

Бондаренко М.П., Собко М.Г., Романько Ю.О. та ін. Оптимізація структури посівних площ та використання коротко-ротаційних сівозмін. *Сад*, 2009. 16 с.

Будзяк В. Економіко-екологічні принципи ефективного використання, охорони та відтворення земель сільськогосподарського призначення. *Економіка природокористування і охорони довкілля*. 2009. № 7. 25–33.

Дмитренко В.П. Погода, клімат і урожай польових культур. Київ: Ніка-Центр. 2010. 234 с.

Екологічний паспорт Миколаївської області. 2021 рік. Миколаїв, 2022 [Електронний ресурс]. URL: <https://ecolog.mk.gov.ua/ua/ecoreports/ecorpassport/> (дата звернення 25.08.2023).

Костюкевич Т. К., Данілова Н. В., Колосовська В. В., Корень В. В. Сучасний стан та перспективи виробництва основних олійних культур в Україні. *Creative approaches in modern scientific and practical activities: collective monograph*. GS publishing service, California, USA. 2023. P. 9–15. <https://doi.org/10.51587/9798-9866-95990-2023-013>.

Костюкевич Т.К., Колосовська В.В. Дослідження екологічних норм вирощування соняшнику в Лісостепу України. *Modern scientific strategies of development : collective monograph*. Sherman Oaks, California, USA. 2022. P. 15–20. <https://doi.org/10.51587/9781-7364-13395-2022-008>.

Крочак О.І. Економічний зміст витрат виробництва. Розвиток підприємницької діяльності в контексті інтеграції України в світове господарство та інформації основних напрямків поступу: колективна наукова монографія. За ред. Н.О. Лисенко. Умань: Видавець Сочінський М.М. 2017. С. 198–201.

Польовий А.М., Божко Л.Ю. Довгострокові агрометеорологічні прогнози. Підручник. Київ. КНТ, 2007. 296 с.

Польовий А.М., Божко Л.Ю., Дронова О.О. Просторово-часова оцінка мінливості врожаїв озимої пшениці на території України. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2011. № 8. С. 84–91.

Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Миколаївській області у 2021 році. Миколаїв, 2022 [Електронний ресурс]. URL: <https://ecolog.mk.gov.ua/ua/ecoreports/regionalreport/> (дата звернення 25.08.2023).

Huet E.K., Adam M., Traore B., Giller K.E., Descheemaeker K. Coping with cereal production risks due to the vagaries of weather, labour shortages and input markets through management in southern Mali. *European Journal of Agronomy*. 2022. Vol. 140, art. no. 126587. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2022.126587>

Moussadek R., Laghrou M., Mrabet R., Ranset V. E. Crop Yields under Climate Variability and No-Tillage System in Dry Areas of Morocco. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2023. Vol. 24, Issue 1. P. 221–232. <https://doi.org/10.12912/27197050/155024>

Putte V. D. A., Govers G., Diels J., Gillijns K., Demuzere M. Assessing the effect of soil tillage on crop growth: A meta-regression analysis on European crop yields under conservation agriculture. *European Journal of Agronomy*. 2010. Vol. 33 (3). P. 231–241. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2010.05.008>

References (translated & transliterated)

Bilousko, T.Yu. (2013). Efektyvnist silskohospodarskoho vyrobnytstva: dosiahnutyi riven ta problemy pidvyshchennia [Efficiency of agricultural production: achieved level and problems of improvement]. *Visnyk KhNAU im. V. V. Dokuchaieva [Bulletin of the KhNAU named after V.V. Dokuchaev]*, 6, 78–85 [in Ukrainian].

Bondarenko, M.P., Sobko, M.H., & Romanko, Yu O., et al. (2009). Optymizatsiia struktury posivnykh ploshch ta vykorystannia kortko-rotatsiinykh sivozmin [Optimization of the structure of sown areas and the use of short-rotational crop rotations]. *Sad [Garden]* [in Ukrainian].

Budzyak, V. (2009). Ekonomiko-ekolohichni pryntsyipy efektyvnoho vykorystannia, okhorony ta vidtvorennia zemel silskohospodarskoho pryznachennia [Economic and environmental principles of efficient use, protection and reproduction of agricultural land]. *Ekonomika pryrodokorystuvannia*

i okhorony dovkillia [Economics of natural resource management and environmental protection], 7, 25-33 [in Ukrainian].

Dmytrenko, V.P. (2010). Pohoda, klimat i urozhai polovykh kultur [Weather, climate and crop yields]. Kyiv: Nika-Tsentr [in Ukrainian].

Ekolohichnyi pasport Mykolaivskoi oblasti. 2021 rik [Environmental passport of Mykolaiv region. 2021]. (2022). Mykolaiv. [Electronic resource] URL: <https://ecolog.mk.gov.ua/ua/ecoreports/ecopassport/> (access date 25.08.2023) [in Ukrainian].

Kostiukevych, T.K., Danilova, N.V., Kolosovska, V.V., & Koren, V.V. (2023) Suchasnyj stan ta perspektyvy vyrobnytstva osnovnykh olijnykh kul'tur v Ukraini [Suchasnyj stan ta perspektyvy proizvodnytstva osnovnykh olijnykh kul'tur v Ukraini]. Creative approaches in modern scientific and practical activities: collective monograph. GS publishing service, California, USA. <https://doi.org/10.51587/9798-9866-95990-2023-013> [in Ukrainian].

Kostiukievych, T.K., & Kolosovska, V.V. (2022). Doslidzhennia ekolohichnykh norm vyroshchuvannia soniashnyku v Lisostepu Ukrainy [Study of ecological norms of sunflower cultivation in the forest-steppe of Ukraine]. Modern scientific strategies of development: collective monograph. Sherman Oaks, California, USA. <https://doi.org/10.51587/9781-7364-13395-2022-008> [in Ukrainian].

Krochak, O.I. (2017). Ekonomichnyi zmist vytrat vyrobnytstva [The economic content of production costs]. Rozvytok pidpriemnytskoi diialnosti v konteksti intehratsii Ukrainy v svitove gospodarstvo ta informatsii osnovnykh napriamkiv postupu: kolektyvna naukova monohrafiia [Development of entrepreneurial activity in the context of Ukraine's integration into the world economy and information of the main directions of progress: a collective scientific monograph]. (Lysenko, N.O. Eds.). Uman, Vydavets Sochinskyi M. M. [in Ukrainian].

Polovyi, A.M., & Bozhko, L.Yu. (2007). Dovhostrokovi ahrometeorolohichni prohnozy. Pidruchnyk [Long-term agrometeorological forecasts. Textbook]. Kyiv, KNT [in Ukrainian].

Polovyi, A.M., Bozhko, L.Yu., & Dronova, O.O. (2011). Prostorovo-chasova otsinka minlyvosti vrozhaiv ozymoї pshenytsi na terytorii Ukrainy [Spatial-temporal assessment of the variability of winter wheat yields on the territory of Ukraine]. *Ukrainskyi hidrometeorolohichnyi zhurnal [Ukrainian Hydrometeorological Journal]*, 8, 84–91 [in Ukrainian].

Rehionalna dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha v Mykolaivskii oblasti u 2021 rotsi [Regional report on the state of the environment in Mykolaiv region in 2021] (2022). Mykolaiv. [Electronic resource] URL: <https://ecolog.mk.gov.ua/ua/ecoreports/regionalreport/> (access date 25.08.2023) [in Ukrainian].

Huet, E.K., Adam, M., Traore, B., Giller, K. E., & Descheemaeker, K. (2022). Coping with cereal production risks due to the vagaries of weather, labour shortages and input markets through management in southern Mali. *European Journal of Agronomy*, 140, 126587. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2022.126587> [in English].

Moussadek, R., Laghrour, M., Mrabet, R., & Ranset, V.E. (2023). Crop Yields under Climate Variability and No-Tillage System in Dry Areas of Morocco. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, 24 (1), 221–232. doi: <https://doi.org/10.12912/27197050/155024> [in English].

Putte, V.D.A., Govers, G., Diels, J., Gillijns, K., & Demuzere, M. (2010). Assessing the effect of soil tillage on crop growth: A meta-regression analysis on European crop yields under conservation agriculture. *European Journal of Agronomy*, 33 (3), 231-241. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2010.05.008> [in English].

Отримано: 11.09.2023

Прийнято: 02.10.2023