

УДК 631.559 DOI 10.31210/visnyk2018.03.10
© 2018

Зимаросєва А. А., кандидат біологічних наук
Житомирський національний агроекологічний університет

ОСОБЛИВОСТІ ПРОСТОРОВО-ЧАСОВОГО ТРЕНДУ ВРОЖАЙНОСТІ ЗЕРНОВИХ І ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР У ПОЛІСЬКІЙ ТА ЛІСОСТЕПОВІЙ ЗОНАХ УКРАЇНИ

Рецензент – доктор біологічних наук О. В. Жуков

На даний час мало відомо про просторово-часову мінливість врожайності зернових і зернобобових культур в Україні. Ця інформація необхідна, перш ніж реалізувати будь-яку стратегію управління сільськогосподарським виробництвом. Метою даного дослідження було охарактеризувати просторово-часову динаміку врожайності зернових та зернобобових культур, вирощених на території 170 адміністративних районів лісової та лісостепової зон України. Аналіз просторової та часової динаміки врожайності зернових та зернобобових культур показав складний характер процесів, які її визначають. Загальною особливістю змін у часі для всіх адміністративних районів є наявність тренду, який може бути описаний поліномом четвертого ступеня. Самій природі тренду ми надаємо агроекономічного та агротехнологічного походження. Через це його динаміка має характер економічного циклу з його фазами: підйом, пік, спад, дно. Найбільш чутливі до агротехнологічних та агроекономічних чинників є південні, східні та західні райони досліджуваних зон, а найменш – північні. У центральних районах регіону формується кластер з найбільшою чутливістю до неекологічних регулярних факторів динаміки урожайності. Отже, агроекологічні системи регіонів України знаходяться далеко від максимальної екологічної ємності, а роль лімітуючих факторів виконують агроекономічні та агротехнологічні фактори. За умови якісної перебудови виробництва, яка потребує економічних витрат та впровадження новітніх агротехнологічних підходів, Україна має потенціал стати надійним постачальником сільськогосподарської продукції на світові ринки.

Ключові слова: просторово-часова мінливість, динаміка, зернові, зернобобові, врожайність, просторова модель.

Постановка проблеми. Продовольча безпека та площі земель, які необхідні для виробництва продуктів харчування, значною мірою залежать від швидкості зростання урожайності основних зернових культур. До глобальних чинників, що визначають урожайність сільськогосподарських культур та її варіювання, відносять: технологію, генетику, клімат, ґрунти, стратегію управління землями та пов'язані із цим рішення, такі як застосування добрив, методи обробітку ґрунту,

гібридний підбір культур, управління зрошуванням, інтервал між рядками, глибина оранки, щільність посадки тощо. Серед екологічних чинників визначальними та найбільш впливовими факторами сільськогосподарської продуктивності є погода та клімат. Так, було показано, що останні тенденції зміни кліматичних показників можуть суттєво впливати на урожайність сільськогосподарських культур, незважаючи на досягнення технології вирощування. Відмінності у вирішенні агрономічних проблем, таких як зараження шкідниками/патогенами та рівень зрошення, призводять до різниці в урожайності в різних країнах. Відмінності в технологічних інвестиціях, а також різні сільськогосподарські технології, такі як захист рослин, посів та використання мінеральних добрив, також можуть спричинити відмінності у врожайності.

На даний час мало відомо про просторово-часову мінливість врожайності зернових і зернобобових культур в Україні. Ця інформація необхідна, перш ніж реалізувати будь-яку стратегію управління сільськогосподарським виробництвом. Тому аналіз просторово-часового тренду врожайності зернових та зерно-бобових культур на території семи областей поліської та лісостепової зон України є, безумовно, актуальним науковим завданням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання проблеми. Низька мінливість урожайності сільськогосподарських культур з року в рік є бажаною з багатьох причин, зокрема зменшення ризику втрат доходу та стабільність поставок, що призводить до зменшення нестабільності цін на продукти харчування [4, 11]. Щорічні варіації урожайності сільськогосподарських культур обумовлені наступними чинниками: коливанням погодних умов, чисельності шкідників та хвороб сільськогосподарських культур, ступенем використання ресурсів та удосконалення технології ведення господарства [11, 3, 7].

Одним із завдань сільськогосподарського виробництва є досягнення максимальної урожай-

ності за мінімальними витратами. Раннє виявлення та управління проблемами, пов'язаними з показниками врожайності сільськогосподарських культур, може допомогти підвищити як врожайність так і подальший прибуток. Моніторинг сільського господарства, особливо в країнах, що розвиваються, може покращити виробництво продуктів харчування та підтримувати гуманітарні зусилля у світлі змін клімату та поширення посух [3, 6]. Ці підходи дуже успішні в США та європейських країнах, де дані є достатніми та високоякісними. Наприклад, комплексні дані погодних параметрів, такі як Daumet та дані про типи земельних покривів, зокрема Cropland Data Layer [15], є загальнодоступними та значно полегшують завдання прогнозування врожайності. Проте в країнах, що розвиваються, до яких відноситься і Україна, інформація про погоду, властивості ґрунту та точні дані про типи земельного покриву, зазвичай, недоступні, хоча надійні прогнози врожайності також потрібні.

У майбутні десятиріччя світовий попит на зерно збільшуватиметься внаслідок зростаючого попиту на продукти харчування та корми та задля використання зернових культур як джерела біопалива. Деякі дослідження з виробництва зернових культур у Європі визначили Україну як країну з великим потенціалом для збільшення виробництва [10]. Проте, незважаючи на те, що Україна широко відома своїми високоякісними ґрунтами, врожайність зернових культур у неї відносно низька – 2,6 т / га пшениці (у порівнянні з 5,5 т/га в ЄС, 4,7 т/га в Китаї та 2,9 т/га в США) [10, 12, 9]. Швидкість відновлення виробництва продуктів харчування в Україні та здатність реалізувати свій повний сільськогосподарський потенціал, ймовірно, матимуть значний вплив на глобальну продовольчу безпеку найближчим часом. Це буде залежати від декількох внутрішніх та зовнішніх факторів, таких як успіх реформ у сільському господарстві, зміни в землекористуванні, мінливість клімату та глобальні економічні тенденції.

Метою даного дослідження було охарактеризувати просторово-часову динаміку врожайності зернових та зернобобових культур, вирощених у 170 адміністративних районах лісової та лісостепової зон України.

Відповідно до поставленої мети передбачалося вирішення наступних завдань:

- встановити та описати загальний тренд, що описує просторово-часову мінливість врожайності зернових і зернобобових культур;
- виявити основні фактори, що впливають на динаміку врожайності зернових і зернобобових

культур;

- виокремити лімітуючі фактори врожайності зернових і зернобобових культур.

Матеріали і методи досліджень. Дані з врожайності сільськогосподарських культур отримані з Державної служби статистики України (<http://www.ukrstat.gov.ua/>) та її територіальних представництв. Зокрема, організований набір даних включав середньорічні врожайності зернових та зернобобових культур за понад 27 років (з 1991 по 2017 роки) для семи областей України (Житомирська, Київська, Рівненська, Хмельницька, Чернігівська, Тернопільська та Вінницька), що включають 170 адміністративних районів.

Часові ряди врожайності по кожному адміністративному району були розбиті на дві компоненти: тренд та залишок тренду. Глобальний тренд був пояснений за допомогою залежності врожайності культури від часу. В якості аналітичної форми тренду ми обирали між поліномами різного порядку. Надавали перевагу поліномам меншого порядку (більш простих за своєю аналітичною формою) та таким, які мають найбільшу пояснювальну здатність. Параметри лінійної моделі можуть бути самостійно інтерпретовані таким чином, що ним може бути наданий очевидний фізичний зміст. Це дозволяє відповідні коефіцієнти розглядати як самостійні змінні та досліджувати їх поведінку залежно від інших агро-екологічних змінних, або досліджувати особливості їх просторової мінливості. Коефіцієнти поліномів більшого порядку, за винятком вільного члену, не можуть бути змістовно інтерпретовані, тому пошук їх аналітичних залежностей від зовнішніх змінних, або дослідження особливостей їх просторової мінливості, не є екологічно змістовними. Замість цього нами була досліджена поведінка характеристичних точок поліномів четвертого порядку, до числа яких ми віднесли мінімум та максимум відповідних функцій, а також максимальну швидкість збільшення врожайності у діапазоні між мінімумом та максимумом.

Просторова регулярність варіювання показників врожайності та параметрів тренду може бути досліджена за допомогою І-статистики Морана [1, 2]. Розрахунки виконані у програмі GeoDa [5]. Географічна інформаційна система побудована за допомогою програми ArcGIS 10.2. Статистичні розрахунки виконані в програмі Statistica 10.0.

Результати досліджень. Аналіз просторової та часової динаміки врожайності зернових та зернобобових показав складний характер процесів, які її визначають. Загальною особливістю

змін у часі для усіх адміністративних районів є наявність тренду, який може бути описаний поліномом четвертого ступеня.

Типова динаміка усереднених даних по врожайності зернових культур у дослідженому регіоні характеризується наявністю трьох точок екстремумів: двох локальних максимумів та одного локального мінімуму. Залежність з наявними трьома точками екстремумів може бути описана за допомогою поліному четвертого порядку:

$$Y_x = b + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + a_4x^4,$$

де Y_x – урожайність зернових у момент часу x ; b, a_1, a_2, a_3, a_4 – коефіцієнти.

Особливі точки поліноміальної кривої четвертого порядку можуть бути змістовно інтерпретовані та застосовані для описання динаміки урожайності зернових культур (рис. 1).

Вільний член поліному – константа b – вказує на урожайність культури в стартовий період. Якщо прийняти, що $x = 0$ на початку періоду досліджень, то вільний член буде вказувати на рівень урожайності у цей час. Слід відзначити, що описання реальної динаміки обраною аналітичною функцією – це певним чином генералізація та спрощення. Форма функції та її параметри

можуть бути обрані на основі інтерполяції, але немає жодних підстав застосовувати таку функцію для екстраполяції – тобто для перспективного або ретроспективного прогнозу. Причому обґрунтованість таких прогнозів буде суттєво знижуватися при збільшенні часового періоду, в рамках якого відбувається прогноз. Крім того, немає жодних підстав вважати, що навіть при лагу, який дорівнює одиниці вимірювання часу, система не змінює свої властивості суттєво. Таким чином, константа b вказує на стартові умови для описання протікання процесу та є самостійним параметром часової динаміки зміни урожайності сільськогосподарської культури у часі.

Значення функції в точці локального мінімуму Y_{Min} вказує на «дно» динаміки урожайності культури. Самій природі тренду ми надаємо агрономічного та агротехнологічного походження. Тому динаміка тренду має характер економічного циклу з його фазами: підйом, пік, спад, дно. У часі спостережуване «дно» продуктивності сільськогосподарської культури співпало з соціально-економічною кризою 90-х років, яка виникла як продовження процесу розпаду СРСР.

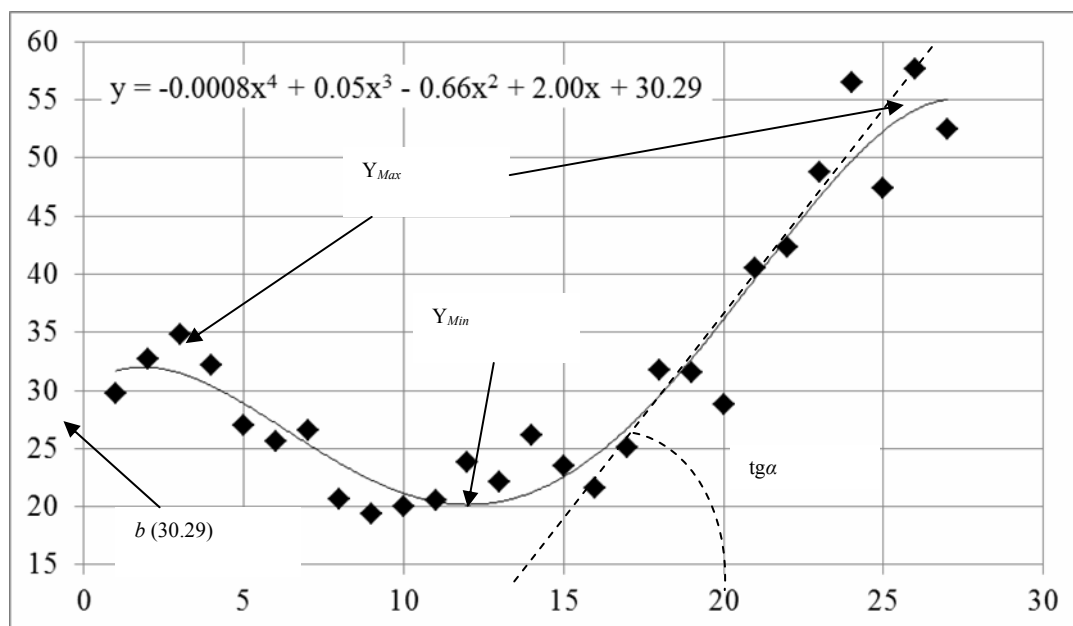


Рис. 1. Типова динаміка урожайності зернових культур протягом 1991–2017 рр. та апроксимація тренду поліномом четвертого порядку

Умовні позначки: вісь абсцис – час (1 – 1991 р., 27 – 2017 р.); вісь ординат – урожайність, ц/га; b – вільний член у рівнянні поліному; Y_{Min} – значення поліному в точці локального мінімуму; Y_{Max} – значення поліному в точках локальних максимумів; tga – максимальна швидкість нарощування урожаю у часі між мінімумом та максимумом, тангенс кута нахилу дотичної до кривої поліному в точці перегину (аналогічно максимальна швидкість зниження врожаю на низхідній гілці).

Це спричинило масові соціально-економічні та інституційні зміни, що призвело до значного занепаду сільськогосподарських земель [14]. Сільськогосподарські сектори колишніх країн СРСР раптово зіткнулися зі зростаючою міжнародною конкуренцією, в той же час різко зменшились витрати держав на ведення сільського господарства [8]. Сільське населення масово покидало сільську місцевість, використання добрив значно зменшилось, а продуктивність сільського господарства знизилася. Особливо постраждав сектор тваринництва, і величезне зниження виробництва тваринницької продукції призвело до зменшення попиту на корм для тварин. Ці події обумовили суттєве зниження землекористування та середньої врожайності у перші роки незалежності України [8, 13, 14, 12].

Наприкінці 90-х років кризові явища у сільському господарстві закінчуються та формуються передумови для стійкого розвитку, що проявляє себе майже у лінійному зростанні урожайності зернових аж до настання максимуму цього показника наприкінці 2010-х років.

Стан максимуму продуктивності культури Y_{Max} відбиває певну рівновагу між факторами агро економічної та агротехнологічної природи з одного боку та біологічним потенціалом – з іншого. Очевидно, що при даному рівні економічного забезпечення та агротехнологічній системі сільськогосподарські угіддя здатні давати найбільш можливий урожай. У такій ситуації слід очікувати виходу продуктивності на плато, варіювання на якому урожайності буде вже обумовлене тільки природними флуктуаціями, котрі за своїм походженням будуть спільними як у природних екосистемах, так і в агро екосистемах. Так зване «плато» врожайності, в основному, обумовлене майже повним вичерпанням потенціалу існуючої технології та відсутністю нових технологій у найближчому майбутньому [6]. Іноді до зниження або відсутності росту врожайності призводять наступні причини: нестача мінеральних добрив або пестицидів у потрібний час, обмеження природними факторами, такими як вода, виснаження родючості, обмеження на ринку збуту тощо [16].

Замість плато може відбуватися зниження урожайності, внаслідок чого, власно кажучи, і формується локальний максимум. Причини зниження урожайності після досягнення максимуму потребують свого дослідження також у економічній площині, але, на нашу думку, причини найбільшою мірою мають агротехнологічну природу.

Між локальними максимумом та мінімумом з одного боку та мінімумом і максимумом уро-

жайності – з іншого, відбувається перегин поліноміальної кривої, де друга похідна дорівнює нулю. У цих точках швидкість зниження або зростання врожаю стає найбільшою, а відповідна динаміка може бути апроксимована лінійною залежністю. Кут нахилу дотичної до лінії регресії у точці перетину вказує на максимальну швидкість зниження або зростання врожаю відповідно, тому він може бути характеристичним показником динаміки врожайності.

Координати точок екстремуму функції, яка описує динаміку урожайності зернових, можуть бути знайдені шляхом розв'язання рівняння, яке одержане внаслідок диференціювання поліному четвертого ступеню:

$$Y_x' = a_1 + 2a_2x + 3a_3x^2 + 4a_4x^3$$

Точки перегину функції x_1 знаходяться у місці, де друга похідна функції дорівнює нулю:

$$Y_x'' = 2a_2 + 6a_3x + 12a_4x^2 = 0$$

Відповідне квадратичне рівняння має два кореня:

$$x_{1,2} = \frac{-6a_3 \pm \sqrt{36a_3^2 - 96a_4a_2}}{24a_4}$$

Підставляючи у рівняння похідної регресії відповідні значення аргументу x_1 та x_2 можна встановити значення, яких набуває швидкість зміни врожайності у цих точках, котрі є максимальними за модулем.

Так як локальні максимуми знаходяться у зонах, наближених до країв діапазону дослідженого періоду, то точне їх визначення представляється сумнівним. У багатьох випадках максимуми знаходяться за межами дослідженого періоду. Тому значення функції у локальних максимумах ми не застосовуємо у якості характеристичних показників динаміки урожайності зернових культур.

Також якість описання динаміки врожайності поліномом четвертого порядку охарактеризована за допомогою коефіцієнта детермінації, який вказує на рівень відповідності моделі реальним даним та варіює у межах від 0,55 до 0,96. Поліном має характер глобальної регресії. Можливість існування такої залежності виникає як результат дії постійного зовнішнього чинника, який впливає на урожайність сільськогосподарських культур. Характер загальної динаміки урожайності, який може бути пояснений регресією, вказує на те, що таким чинником є агротехнологічні та агро екологічні умови ведення сільськогосподарського виробництва. Тоді коефіцієнт детермінації може бути інтерпретований як показник ролі агротехнологічних та агро економічних чинників у динаміці врожайності.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Отримані дані свідчать про те, що ці аспекти урожайності мають найважливіше значення. Варіювання коефіцієнту детермінації є просторово залежним (I -статистика Морана 0.39, $p = 0.001$). Найбільш чутливі до агротехнологічних та агро-економічних чинників є південні, східні та західні райони регіону, а найменш – північні (рис. 2). У центральних районах регіону формується кластер з найбільшою чутливістю до неекологічних регулярних факторів динаміки урожайності.

Динаміка зернових культур описана нами за допомогою вільного члена, який віддзеркалює стартові умови родючості ґрунтів на початку періоду досліджень, показники максимальної швидкості зменшення урожайності у 90-ті роки та максимальної швидкості збільшення урожайності у 2000-ні роки. Стартовий рівень урожайності зернових культур варіює у межах від 11.70 ц/га (північні та північно-східні райони) до 51.76 ц/га (південні та південно-західні райони) (рис. 3).

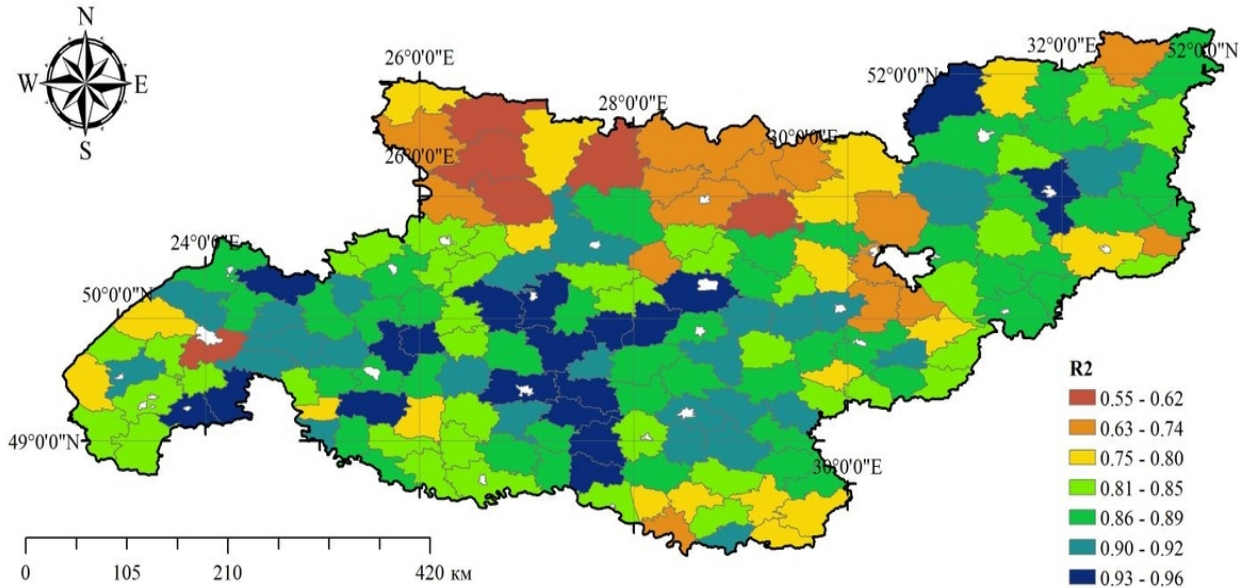


Рис. 2. Просторове варіювання коефіцієнта детермінації регресійної моделі

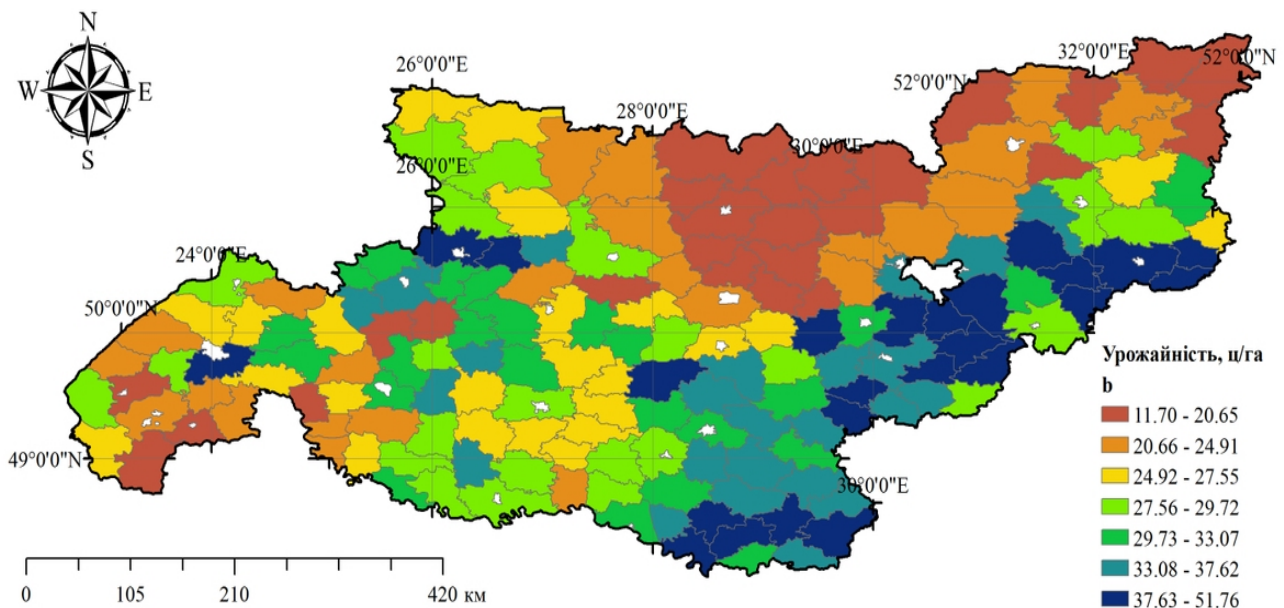


Рис. 3. Просторове варіювання рівня врожайності зернових у стартовий період досліджень (константа b рівняння регресії)

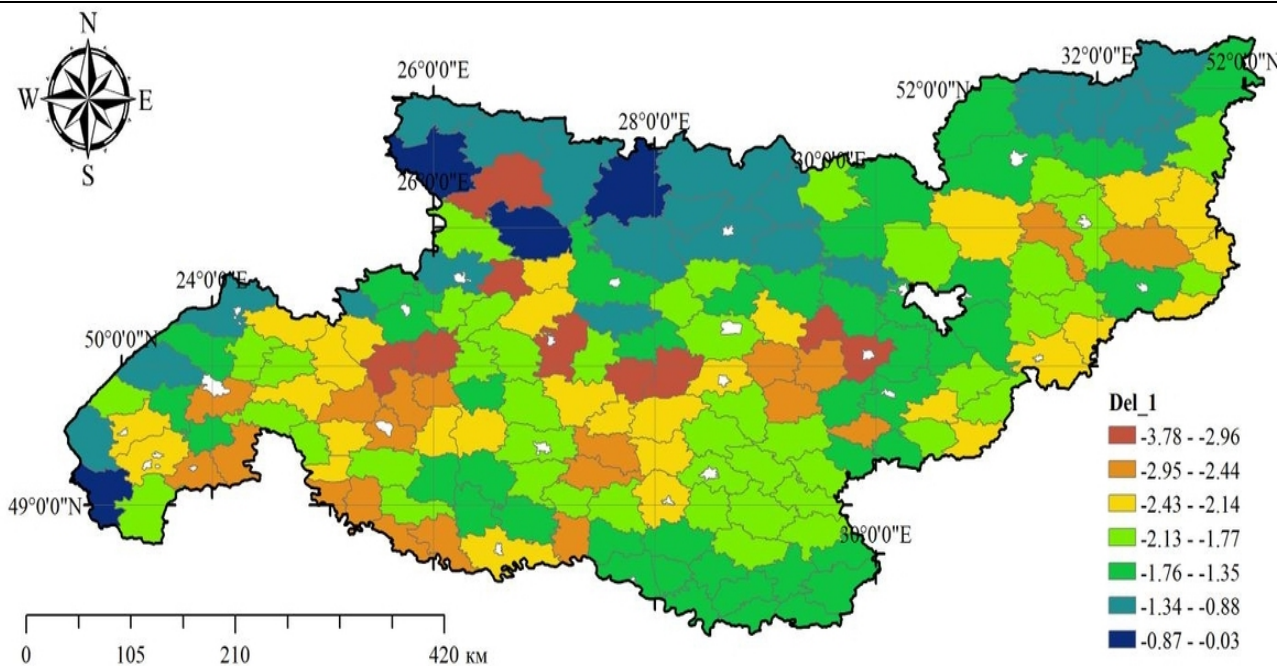


Рис. 4. Просторове варіювання максимальної швидкості зниження врожайності

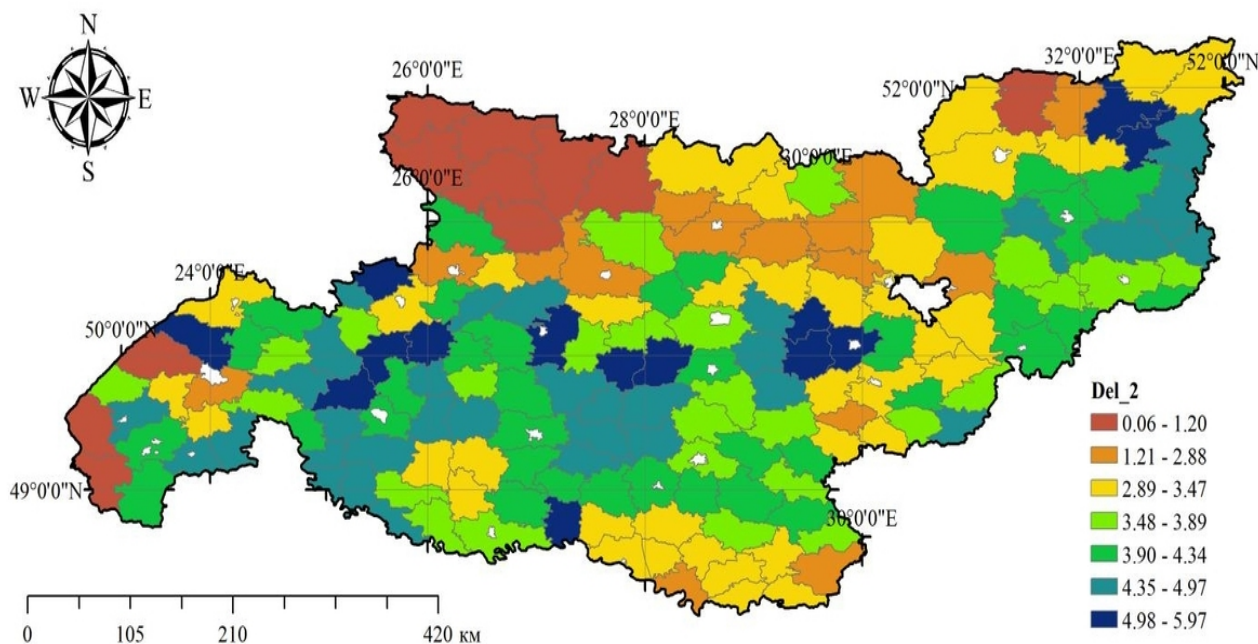


Рис. 5. Просторове варіювання максимальної швидкості зростання врожайності

Варіювання стартової урожайності просторово залежне (I -статистика Морана 0.59, $p = 0.001$).

Показники максимальної швидкості зменшення та максимальної швидкості збільшення урожайності можуть слугувати маркерами стійкості агроєкосистеми до зовнішніх чинників (рис. 4, 5).

Найбільш чутливими до агротехнологічних та агроєкономічних чинників є південні, східні та західні райони регіону, а найменш – північні.

У центральних районах регіону формується кластер з найбільшою чутливістю до неекологічних регулярних факторів динаміки урожайності.

Можна констатувати, що південні райони України є менш стабільними та більше підлягають деструктивному впливу. А центральні та західні області є більш стабільними та швидко нарощують продуктивність за сприятливих умов.

Отже, агроекологічні системи регіонів України знаходяться далеко від максимальної екологічної ємності, а роль лімітуючих факторів виконують агроекономічні та агротехнологічні фактори. За умови якісної перебудови виробництва, яка потребує економічних витрат та впровадження новітніх агротехнологічних підходів, Україна має потенціал стати надійним постачальником сільськогосподарської продукції на світові ринки.

Висновки:

1. Аналіз просторової та часової динаміки врожайності зернових та зернобобових культур показав складний характер процесів, які її визначають. Загальною особливістю змін у часі для всіх адміністративних районів є наявність тренду, який може бути описаний поліномом четвертого ступеня.

2. Самій природі тренду ми надаємо агроеко-

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Жуков О. В. Агроекологічна детермінація тренду врожайності зернових та зернобобових культур / О. В. Жуков, С. В. Пономаренко // Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. – 2017. – №4 (46). – С. 12–19.

2. Жуков О. В. Просторово-часова динаміка урожайності зернових та зернобобових культур у Полтавській області / О. В. Жуков, С. В. Пономаренко // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2018. – №1. – С. 55–62.

3. Anderson M.C. Using a diagnostic soil-plant-atmosphere model for monitoring drought at field to continental scales / M.C. Anderson, C. Cammalleri, C. R. Hain, J. Otkin, X.W. Zhan, W. Kustas // Four decades of progress in monitoring and modeling of processes in the soil-plant-atmosphere system: applications and challenges. – 2013. – Vol. 19. – pp. 46-57. DOI: 10.1016/j.proenv.2013.06.006

4. Annicchiarico P. Breeding Strategy for Faba Bean in Southern Europe based on Cultivar Responses across Climatically Contrasting Environments. / P. Annicchiarico, A. Iannucci // Crop Science. – 2008. – 48(3). – pp. 983-991. DOI: 10.2135/cropsci2007.09.0501.

5. Anselin L. GeoDa: An Introduction to Spatial Data Analysis // L. Anselin, S. Ibnu, Kh. Youngihn / Geographical Analysis. – 2006. – Vol. 38 (1). – P. 5–22. DOI:10.1111/j.0016-7363.2005.00671.x.

6. Grassini P. Distinguishing between yield advances and yield plateaus in historical crop production trends / P. Grassini, K. Eskridge, K. G. Cassman // Nature Communications. – 2013. – Vol. 4. – 2918. DOI: 10.1038/ncomms3918.

номічного та агротехнологічного походження. Тому динаміка тренду має характер економічного циклу з його фазами: підйом, пік, спад, дно. Найбільш чутливими до агротехнологічних та агроекономічних чинників є південні, східні та західні райони регіону, а найменш – північні. У центральних районах регіону формується кластер з найбільшою чутливістю до неекологічних регулярних факторів динаміки урожайності.

3. Дослідження виявило, що агроекологічні системи регіонів України знаходяться далеко від максимальної екологічної ємності, а роль лімітуючих факторів виконують агроекономічні та агротехнологічні фактори. За умови якісної перебудови виробництва, яка потребує економічних витрат та впровадження новітніх агротехнологічних підходів, Україна має потенціал стати надійним постачальником зернових та зернобобових культур на світові ринки.

7. Iizumi T. Changes in yield variability of major crops for 1981-2010 explained by climate change. / T Iizumi, N. Ramankutty // Environmental research letters. – 2016. – Vol. 11(3). – 034003. DOI: 10.1088/1748-9326/11/3/034003

8. Lerman, Z., Csaki, C., Feder, G. (2004): Agriculture in Transition: Land Policies and Evolving Farm Structures in Post-Soviet Countries. / Z. Lerman, C. Csaki, G. Feder. – Oxford, New York: Lexington Books. – 243 p.

9. Li C. Changes in climate extremes and their impact on wheat yield in Tianshan Mountains region, northwest China / C. Li, R. H. Wang, H. S. Ning, Q. H Luo // Environmental earth sciences. – 2016. – Vol. 75 (17). – 1228. DOI: 10.1007/s12665-016-6030-6

10. Lioubimtseva E. Henebry Grain production trends in Russia, Ukraine and Kazakhstan: New opportunities in an increasingly unstable world? / E. Lioubimtseva, M. Geoffrey // Frontiers of Earth Science. – 2012. – Vol. 6(2). – pp. 157–166. DOI 10.1007/s11707-012-0318-y.

11. Osborne T. M. Evidence for a climate signal in trends of global crop yield variability over the past 50 years. / T. M. Osborne, T. R. Wheeler // Environmental research letters. – 2013. – Vol. 8. – pp. 1-9. DOI:10.1088/1748-9326/8/2/024001.

12. Ryabchenko O. Assessing wheat production futures in the Ukraine. / O. Ryabchenko, S. Nonhebel // Outlook on Agriculture. – 2016. – Vol. 45 (3). – pp. 165–172. – DOI:10.1177/0030727016664159

13. Schaffartzik A. Ukraine and the great biofuel potential? A political material flow analysis. /

A. Schaffartzik, C. Plank, A. Brad // *Ecological Economics*. – 2014. – 104. – pp. 12–21.

14. Swinnen J. Production potential in the "bread baskets" of Eastern Europe and Central Asia. / J. Swinnen, S. Burkitbayeva, F. Schierhorn, A.V Prishchepov, D. Muller // *Global food security-agriculture policy economics and environment*. – 2017. – 14. – pp. 38-53. DOI: 10.1016/j.gfs.2017.03.005.

15. Thornton P. K. Climate variability and

vulnerability to climate change: a review. / P. K. Thornton, P. J. Ericksen, M. Herrero, A.J. Challinor // *Global Change Biology*. – 2014. – Vol. 20. – pp. 3313–3328. DOI: 10.1111/gcb.12581.

16. Wart J. K. Estimating crop yield potential at regional to national scales. / J. K. Wart, K. C. Kersebaum, S. Peng, M. Milner, K. G. Cassman // *Field Crops Research*. – 2013. – Vol. 143. – pp. 34–43. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2012.11.018>.

ANNOTATION

Zymaroieva A. A. Features of the spatiotemporal trend of grain and grain legumes yields in Forest and Forest-Steppe zone of Ukraine.

Currently, little is known about the spatial and temporal variability of grain and grain legumes yields patterns in Ukraine. The aim of this research was to characterize the spatial and temporal yields variability of grain and grain legumes grown in 155 administrative districts in Forest and Forest-Steppe zone of Ukraine over 27 years from 1991–2017. The analysis of the spatial and temporal dynamics of grain and legumes yields showed the complex nature of the processes that determine it. The common feature of temporal changes for all administrative districts is the existence of the trend that can be described by the fourth degree polynomial. We provide agro-economic and agrotechnological origin to the nature of the trend. The yields dynamics of grain and grain legumes is described by the absolute term,

which reflects the starting conditions of soil fertility in the initial period of research and the indicators of maximum rate of yields decline in the 90s and the maximum rate of yields increase in the 2000s. The indicators of the maximum rate of reduction and the maximum rate of increase of yields can be used as markers of agroecosystem stability to external factors. It can be noted that the Southern regions of Ukraine are less stable and more exposed to the destructive influence. And the Central and Western regions are more stable and rapidly increase productivity under favorable conditions. This research has found that the agroecological systems of the regions of Ukraine are far from the maximum ecological capacity, and agro-economic and agrotechnological factors are the limiting now.

Key words: *spatiotemporal variability, trend, grain, grain legumes, crop yields, spatial pattern, productivity.*