

4. Агрохімія / М.М. Городній, С.І. Мельник, А.С. Маліновський, О.І.Бондар та ін. — К.: ТОВ «Алефа». — 2003. — 778 с.

5. Землеробство з основами ґрунтознавства і агрохімії / В.П. Гудзь, А.П. Лісовал, В.О. Андрієнко, М.Ф. Рибак — К.: ЦУЛ, —2007. — 408 с.

УДК 550.38 : 633.1

## ВПЛИВ МАГНІТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛІ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В ПРОСТОРОВО-ЧАСОВОМУ ВИМІРІ

**П.П. Мельник**

*кандидат економічних наук  
старший науковий співробітник  
завідувач лабораторії екологічного менеджменту*

*Інститут агроекології і природокористування НААН*

**М.І. Орлюк**

*доктор геологічних наук  
старший науковий співробітник  
завідувач відділу геомагнітизму*

**А.А. Роменець**

*молодший науковий співробітник відділу геомагнітизму*

*Інститут геофізики НАН України*

*Розглянуто окремі аспекти взаємозв'язку урожайності пшениці озимої з фізичними чинниками зовнішнього середовища — магнітним полем Землі, температурою, які впливають на рівень показників її виробництва.*

**Ключові слова:** *урожайність, пшениця озима, магнітне поле Землі.*

Загальновідомо, що велика чисельність явищ і процесів у біосфері проходять під впливом тих чи інших чинників зовнішнього середовища, таких як температура, тиск, вологість тощо. Одним із таких чинників є магнітне поле Землі (МПЗ).

Метою дослідження є визначення можливого зв'язку між урожайності пшениці озимої та МПЗ, що має просторово-часові особливості в українському кліматографічному поясі.

Геомагнітне поле обрано з тих міркувань, що воно є одним із планетарних геофізичних чинників, яке історично визначало хід і розвиток природних процесів у косних і біокосних системах, а по-друге, багато його аспектів вивчено на рівні міждисциплінарних досліджень [Орлюк, 2001, Орлюк, Роменець, 2005, Orliuk et al., 2010]. У наукових дослідженнях останніх років висвітлюється існування істотної залежності протікання епідеміологічного процесу грипу від про-

сторово-часової збуреності МПЗ [Орлюк і ін., 2007, Фролов і ін., 2009]. Результати цих робіт свідчать, що існує прямий зв'язок між кількістю хворих на грип і гострим респіраторним захворюванням та просторовою збуреністю МПЗ, а також більш складна залежність — з його часовою збуреністю. На їх основі формується два напрями досліджень. Перший — вивчення активності вірусів (щодо можливої більшої активності вірусів) у сильних магнітних полях. І другий — вивчення впливу вірусів за ослабленої імунної системи організму людини. Поряд із тим віруси і імунна система є, так би мовити «рухомими субстанціями», які дуже швидко, практично миттєво, реагують на той чи інший зовнішній вплив. З огляду на це, велику зацікавленість викликають дослідження можливого впливу МПЗ на рослинний світ. Виконання такого дослідження стало можливим у рамках Договору про науково-технічну співпрацю між Інститутом геофізики

НАН України і Інститутом агроекології і природокористування НААН, які володіють необхідною базою даних про стан і динаміку МПЗ та врожайності сільськогосподарських культур за період з 1955 до 2010 рр. Особливого значення набуває дослідження впливу МПЗ на врожайність пшениці озимої. Проте підкреслимо, що в своїй першій статті автори свідомо використовують результати статистичних досліджень просторового інтервалу за період 1955–1990 рр. як найбільш надійні у плані достовірності.

Просторово-часова характеристика магнітного поля Землі на території України. Просторово-часова структура МПЗ  $V_{IGRF}$  — визначається сумою полів від різних джерел:

$$V = V_n + \Delta V + дВ,$$

де  $V$  — модуль індукції МПЗ,  $V_n$  — нормальне (головне) МПЗ ( $V_{IGRF}$ ),  $\Delta V$  — аномальне МПЗ,  $дВ$  — зовнішнє МПЗ.

Аналіз змін  $V_n$  ( $V_{IGRF}$ ) свідчить про його істотний ріст починаючи з 1950 р. (рис. 1). Зокрема, в 1950 р. територія південно-західної і південної частини України в характеризувалась величиною  $V_n$ , що становила 47000 нТл, а північно-східна і північна — 49800 нТл, у 2000 р. ці величини становили відповідно 48200 і 50500 нТл. Горизонтальний градієнт  $V_n$  становить близько 5 нТл/км. Відповідно на території України  $V_n$  збільшилось в середньому на 1200 нТл упродовж 50 років.

Отже, якщо додати значення показників  $V_n$  і  $\Delta V$ , то для будь-якого проміжку часу (за період 1950–2000 рр.) для території України можна визначити величину модуля  $V$  (сума квазізмінної і постійної компонент) і його горизонтального градієнта як просторово-часової характеристики «геомагнітного середовища» (рис. 1).

Карту модуля індукції МПЗ для території України на період 1950–2000 рр. з інтервалом 5 років було створено в Інституті геофізики НАН України (Орлюк, Роменець, 2005).

За результатами досліджень, модуль індукції магнітного поля  $V$  за 2000 р. змінювався в межах 48000–61500 нТл (рис. 2).

У регіональному плані інтенсивність  $V$  зростає з південно-західного на північно-східний напрямок, досягаючи максимального значення на північному сході Харківської області (у районі південно-східного продовження Курської магнітної аномалії). Мінімальна величина  $V$  у АР Крим і Закарпатській області змінюється у межах 48768–48885 нТл, а максимальна 50060–50678 нТл характерна для північно-східних і північних областей України. На фоні такої регіональної характеристики параметра  $V$  спостерігається відхилення у бік збільшення або зменшення значень збуреності МПЗ залежно від його регіональних особливостей. Зокрема, значення  $V$  у Львівській, Дніпропетровській, Запорізькій і Харківській областях більші на

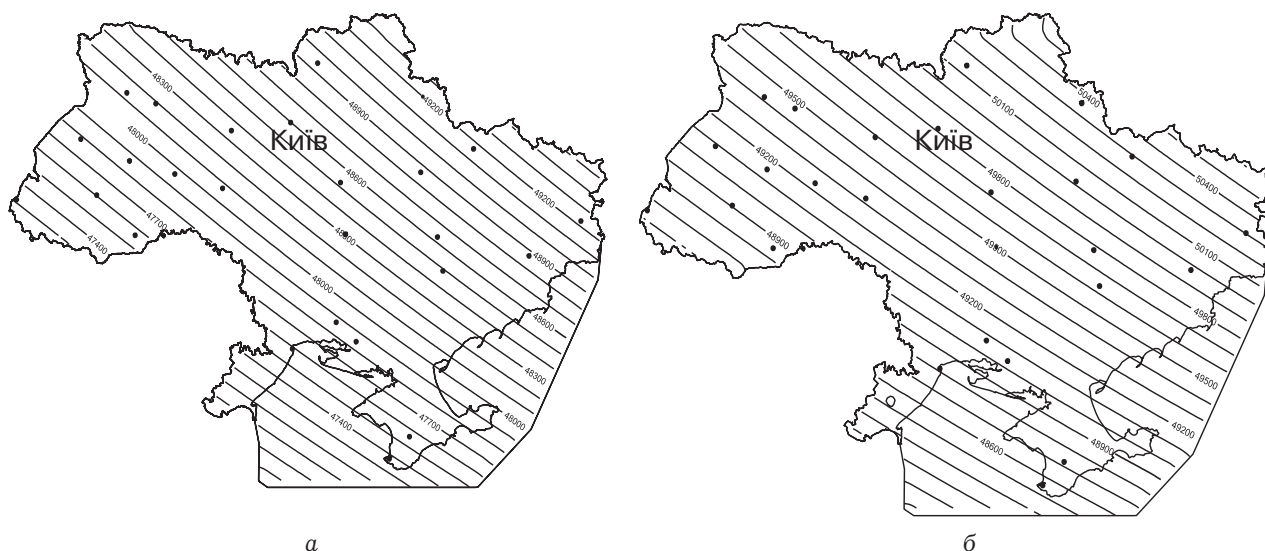


Рис. 1. Нормальне магнітне поле Землі на території України: а — за 1950 р; б — за 2000 р.

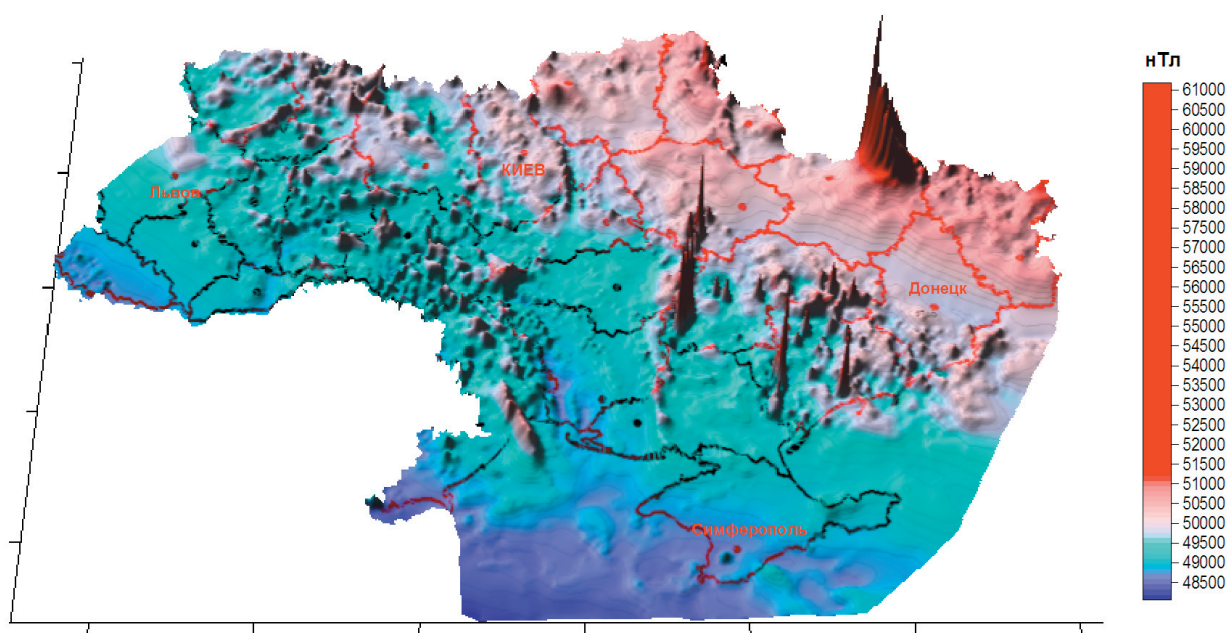


Рис. 2. Карта модуля магнітної індукції  $B$  у 2000 р.

декілька сот нТл, а у Кіровоградській, навпаки, менше. Різкі відхилення величини  $B$  (на тисячі нТл) спостерігаються тільки в області локальних магнітних аномалій (Криворізька, Кременчуцькі, південно-східне продовження Курської аномалії та ін.).

Для визначення динаміки МПЗ використано результати вимірів на магнітних обсерваторіях (МО) «Київ», «Львів», «Одеса» (рис. 3). Високоточні безперервні спостереження елементів МПЗ на українських МО дали змогу встановити зміни величини  $B$ , що становлять — 1235 нТл (1952–2000 рр.), 1223 (1958–2000), 1119 нТл (1948–2000 рр.) відповідно. Максимальний градієнт  $B$  відмічено на МО «Львів» — 25,7 нТл/год., мінімальний — для МО «Одеса» — 21,5, а на МО «Київ» — 22,3 нТл/год. (Orliuk et. al., 2010).

З використаних «реперних» значень магнітного поля  $B$  на 2000 р. (рис. 2), за даними обсерваторних спостережень (рис. 3), були розраховані значення МПЗ для дослідження часового інтервалу з періодом у 1 рік як для України в цілому, так і для кожної області і АР Крим зокрема. Числові значення МПЗ за 1958–2008 рр. для України становлять 48479–49802 нТл (рис. 4). Як приклад просторової зміни МПЗ для обсерваторій областей і АР Крим, наведено схему величини  $B$  за 1961 р. (рис. 5). Згідно з аналізом динаміки МПЗ за досліджуваний період, се-

реднє значення  $B$  у цілому для України змінилось від 48479 нТл у 1958 р. до 49802 нТл у 2008 р, тобто збільшилось на 1323 нТл (рис. 4). Звичайно, це зміни не монотонні, а з наявністю обумовленої циклічності високо-частотної складової магнітного поля (рис. 3). У просторовому значенні величина  $B$  також істотно змінюється. Так, середнє значення  $B$  у областях України і АР Крим відмічено в межах: 47923 нТл (для Закарпатської області) — 49823 нТл (для Харківської області). Різниця величин  $B$  для двох згаданих областей становить 1700 нТл.

Безперечно, в просторовому відношенні різниця між значеннями  $B$  для різних областей буде зберігатися при зміні їх абсолютних значень.

Підсумовуючи просторово-часову характеристику МПЗ України, можна відмітити істотну зміну в просторі (різниця між областями змінюється в межах 100 ч 1700 нТл) і часу (понад 1300 нТл), що є значним чинником щодо його можливого впливу на біосферу в цілому і на рослинний світ зокрема.

Просторово-часова залежність врожайності пшениці озимої на території України. Пшениця озима — основна культура помірного кліматичного поясу. Зимостійка, добре використовує ґрунтову вологу осіннього і весняного періодів, має значну фотосинте-

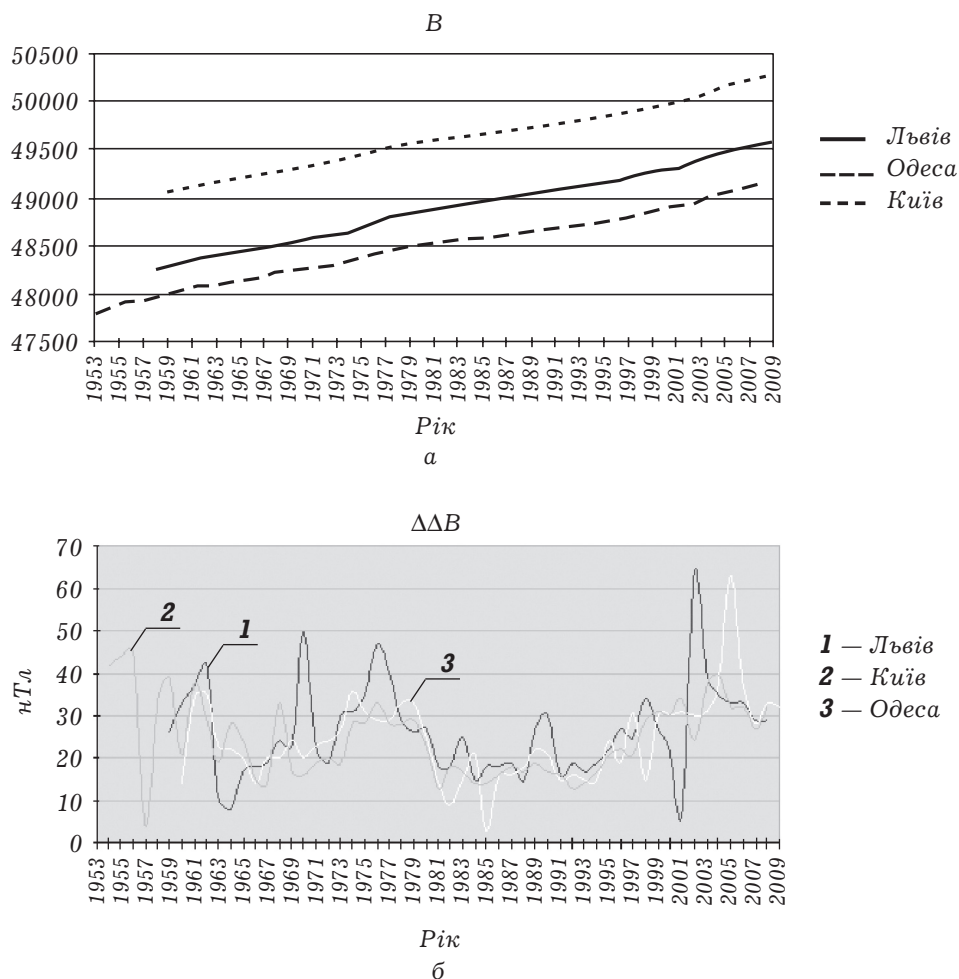


Рис. 3. Графіки змін модуля магнітної індукції (а) і його середньорічного приросту (б) за даними українських магнітних обсерваторій

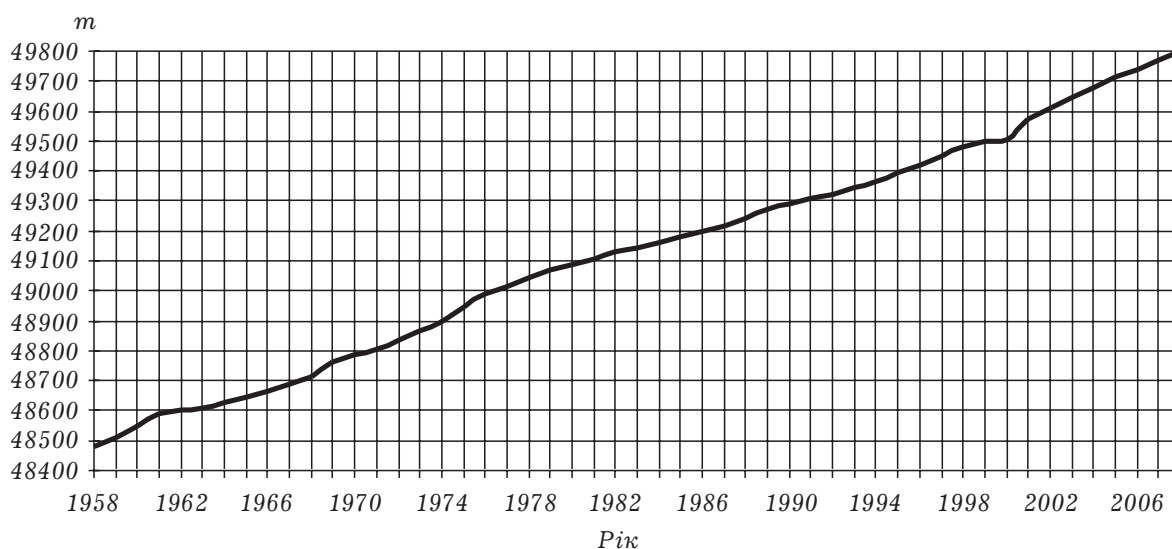


Рис. 4. Зміни середнього значення модуля індукції магнітного поля для території України за 1958–2008 рр.





Рис. 5. Значення модуля індукції магнітного поля для областей України і АР Крим, за 1961 р.

тичну здатність навіть в загущених посівах. Завдяки ранньому періоду дозрівання порівняно з іншими культурами пшениця озима менше піддається впливу посухи, що також сприяє використанню різних способів збирання.

Зерно пшениці озимої містить білки, вуглеводи, жири, незамінні амінокислоти і вітаміни. Для території України характерні сорти пшениці озимої, інтенсивного типу. В процесі удосконалення зональних систем землеробства і впровадження інтенсивних технологій вирощування пшениці озимої, направлених на оптимізацію умов цієї культури, викликає інтерес зміна її врожайності за тривалий період (1955–1990 рр.) залежно від впливу природних чинників, таких як МПЗ.

Посівна площа пшениці озимої має велику просторову і часову мінливість. Так, навіть у період порівняно стабільного стану сільськогосподарських підприємств України (1958–1990 рр.) посівні площі пшениці озимої становили 8410,3–7491,3 тис. га, у т. ч. збиральна площа 7565,1–7491,1 тис. га. Особливо слід відмітити велику просторову змінність посівних площ під пшеницею

озимою в сільськогосподарських підприємствах за період 1991–2009 рр., коли вона становила 6948,3–5259,4 тис. га, а збиральна площа — 6913,2–5171,7 тис. га. Великі зміни показників збиральної площі відмічено і в зональному розрізі. Так, за цей період у зоні Степу вона зменшилась від 3614,6 до 3161,1 тис. га, у зоні Лісостепу — від 2393,8 до 1967,6, у зоні Полісся — від 904,0 до 427,1 тис. га. Причиною значних розходжень в показниках між посівною і збиральною площами пшениці озимої можуть бути несприятливі агрометеорологічні умови і інші чинники, характерні для осінньо-зимового періоду.

Найбільше зменшення посівних площ пшениці озимої в Україні спостерігалось у періоди 1955–1956, 1959–1960, 1962–1963 рр. Найсприятливіші умови для виробництва пшениці озимої в Україні за вказаний період були в 1977–1978, 1986–1987, 1988–1989, 1989–1990 рр. Багато дослідників продовжують дискутувати щодо зміни посівних площ. Одним з аргументів таких змін є загибель посівних площ пшениці озимої в сільськогосподарських підприємствах України через

невідповідність агротехніки її вирощування і несприятливі агрометеорологічні умови конкретного року.

Необхідно наголосити, що високий рівень агротехніки і передбачуваний урожай пшениці озимої, який включає виконання всіх технологічних операцій упродовж вегетаційного періоду, не завжди окупляється. Врожайність передусім залежить від сприятливих природних умов виробництва пшениці озимої в кожній конкретній ґрунтово-кліматичній зоні. Найочевиднішим переконанням цьому є періоди з проявами певних аномальних явищ природи, насамперед збуреність сонячної активності і МПЗ, які достовірно впливають на різні біологічні об'єкти [Холодов і ін., 1971]. Такі явища

можуть істотно впливати на врожайність і економіку виробництва сільськогосподарських культур (рис. 6–8).

Слід підкреслити, що у період досліджуваних аномальних явищ сільськогосподарські підприємства отримали низьку врожайність пшениці озимої. Так, у 1963 р. недобір урожаю пшениці озимої відмічено в Луганській, Донецькій, Дніпропетровській, Харківській, Полтавській, Одеській, Миколаївській і Сумській областях. Аналогічна ситуація спостерігалась в 1964 р. у Житомирській, Кіровоградській, Миколаївській, Полтавській, Рівненській, Сумській і Чернігівській областях.

Важливим чинником у виробництві пшениці озимої є температура. Вона залежить

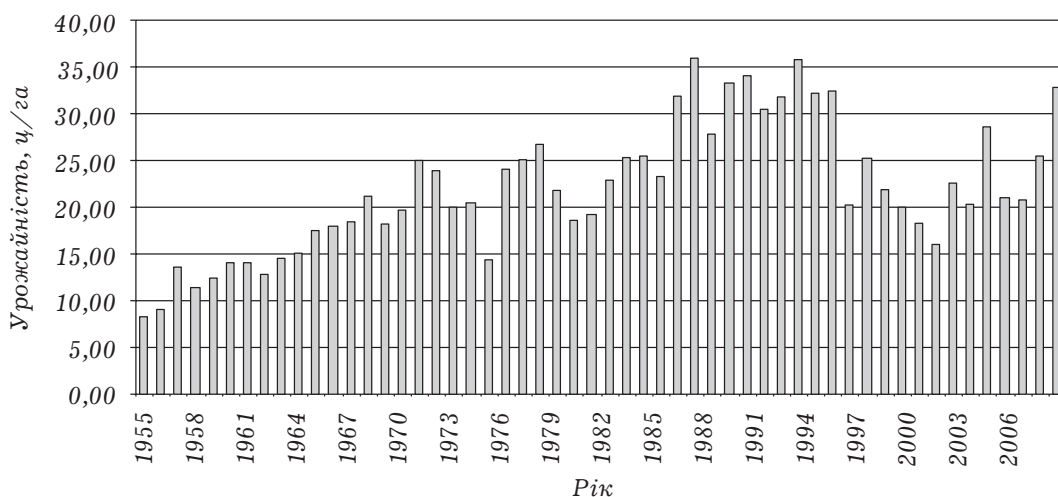


Рис. 6. Динаміка врожайності пшениці озимої у Львівській області, середнє за 1955–2008 рр.

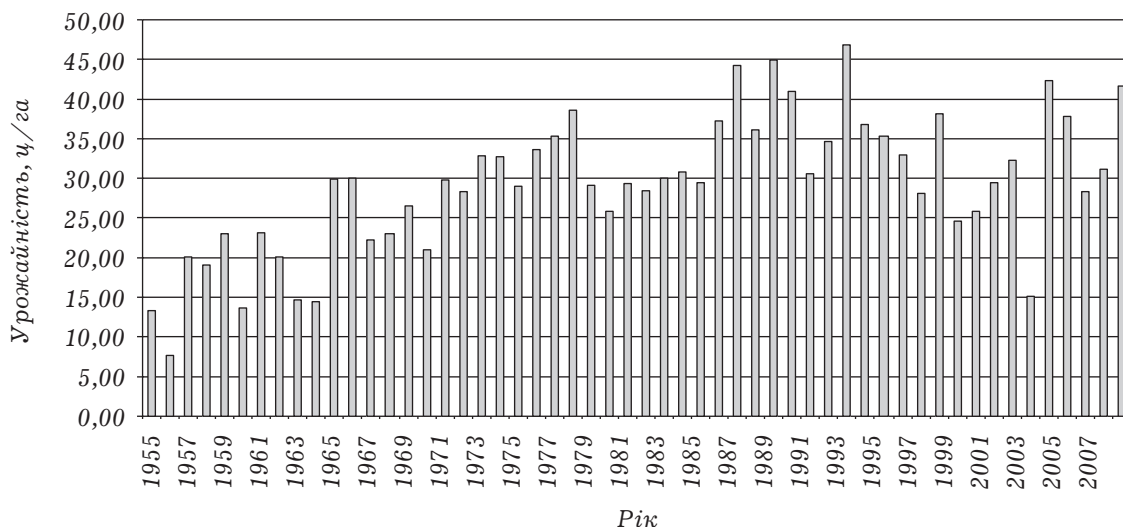


Рис. 7. Динаміка врожайності пшениці озимої у Київській області, середнє за 1955–2008 рр.

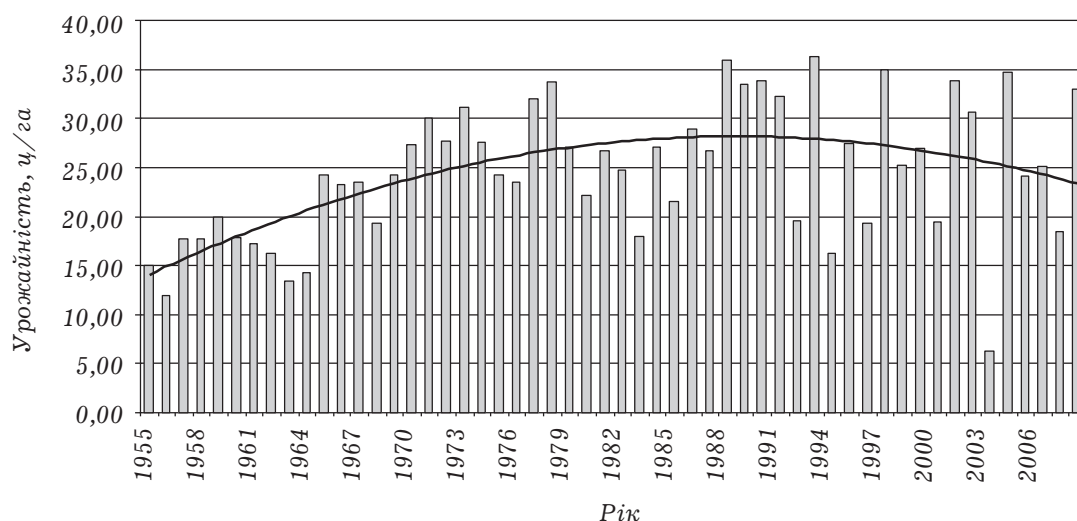


Рис. 8. Динаміка врожайності пшениці озимої в Одеській області з кривою поліноміального тренду області, середнє за 1955–2008 рр.

від географічного розташування і має свої особливості формування температурного фону території.

У деякі роки впродовж вегетаційного періоду пшениці озимої середньомісячна температура повітря може значно, відхилитися від величини середньої багаторічної і змінюватися залежно від території та пори року. Найбільш від'ємними і додатними показниками відхилення температури за досліджуваний період характеризувалися зимові місяці 1954, 1972, 1985, 1987 рр., коли абсолютне відхилення від норми становило 9–12°C, в аномально теплі зими, наприклад 1966 р., температурні показники перевищували норму на 6–8°C.

Аналогічну ситуацію зареєстровано влітку, коли аномальні середньомісячні показники температури відмічено як в аномально теплі місяці (1959, 1964, 1972, 2001 рр.), так і в аномально холодні (1962, 1965, 1979 рр.). Абсолютне відхилення від норми становило 2–6°C. Найвища температура спостерігалась в липні 2001 р., вона була на 2–6°C вище норми, а найхолоднішим був липень 1979 р. відхилення становило 3–5°C [2].

Слід зауважити, що виробництво пшениці озимої залежить не тільки від погодних умов і соціально-економічних чинників. Значно впливають на врожайність пшениці озимої аномальні зміни сонячної активності і МПЗ як опосередковано через погодні явища, так і безпосередньо на організми рослин [7; 8].

Практичний досвід передових підприємств показує, що навіть на родючих землях, добре окультурених та цілком благополучних з екологічної точки зору ґрунтах не завжди вдається отримати високоякісний урожай через те, що в критичні періоди вегетації досить створюються умови, несприятливі для нормального росту і розвитку рослин у зв'язку з негативними змінами в дії основних чинників життєзабезпечення, до яких за К.А. Тімірязєвим належить світло, тепло, пожива та волога [9].

Отже, не існує таких заходів, які б просто «змусили» такі втрати зникнути. Це не провина бюрократів, політиків, торговців зерном, фермерів, споживачів або злих закордонних сил, а просто наслідок несприятливих погодних умов, що склалися в зимовий період 2002/2003 рр. Що має велике значення в даній ситуації — це те, як ця економічна втрата буде розподілена серед різних верств населення в Україні і які верстви населення необхідно захищати від негативних наслідків, оскільки хліб є важливим продуктом споживчого кошику найбільш вразливих споживачів [10].

Важливо зазначити і те, що падіння виробництва пшениці озимої, спричинено її вимерзанням на початку 2003 р. та подальшою посухою, було значним і природною необхідністю запобігати заходами, які б полегшували економічний вплив такого падіння. Дефіцит був абсолютним, в тому плані, що обсягів виробництва і початкових запасів

було не достатньо навіть для покриття продовольчих потреб. Однак, коли йдеться мова про вибір альтернативних заходів з подолання дефіциту пшениці в Україні, враховують частоту або ймовірність такої ситуації. Якщо такий дефіцит очікується кожні три роки, то механізм постійного втручання з метою стабілізації ринку можна було б економічно обґрунтувати, ніж коли такий дефіцит очікується один раз на сто років [10, 11].

У вирішенні проблеми покращення умов виробництва пшениці озимої, особливо велике значення відіграє адаптація її до конкретних умов на основі новітніх технологій, що регулюють земні фактори — поживу та вологу. Космічні ж чинники — світло і тепло — важче піддаються регулюванню, хоча ефективність їх використання можна суттєво підвищити шляхом зростання деяких агротехнічних заходів, зокрема, обробітку ґрунту, способів сівби, обробки насіння захисно-стимулюючими сумішами природного походження тощо. За таких обставин вони досить ефективно впливають на ґрунт, змінюють його властивості і агроекологічний стан, які вважаються основним критерієм оцінки придатності сільськогосподарських територій для вирощування екологічно чистих урожаїв як сировини, з якої можна виробляти продукти дитячого та дієтичного харчування [9, 11].

Детальний аналіз ролі основних чинників і достовірність прямого впливу МПЗ на врожайність пшениці озимої буде предметом розгляду в наших наступних публікаціях.

## ВИСНОВКИ

Аналіз даних динаміки врожайності пшениці озимої за 54-річний період у трьох областях України засвідчив про безперечний вплив МПЗ на весь комплекс агрометеорологічних чинників і її виробництво.

1. Особливо вагомим метеорологічним чинником, який діє впродовж вегетаційного періоду виробництва пшениці озимої, є температура з її аномальними відхиленнями від норми.

2. Нині повністю не розкрито вплив фізичної дії МПЗ на продуктивність пшениці озимої. Тому необхідно продовжити ґрунтовні і всебічні експериментальні дослідження з цієї фундаментальної проблеми.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Холодов Ю.А. Влияние магнитных полей на биологические объекты / Ю.А. Холодова // Сб. науч. трудов. — М.: Наука, 1971. — 216 с.
2. Ліпінський В.М. Клімат України / В.М. Ліпінський, В.А. Дячук, В.М. Бабіченко та ін. — К.: Вид-во Раєвського, 2003. — 343 с.
3. Орлюк М.І. Геофізична екологія — основні задачі та шляхи їх розв'язку / М.І. Орлюк // Геофізич. журн. — 2001. — Т. 23, № 1. — С. 49–59.
4. Орлюк М.І. Новый критерий оценки пространственно-временной возмущенности магнитного поля Земли и некоторые аспекты его использования / М.І. Орлюк, А.А. Роменец // Геофізич. журн. — 2005. — Т. 27, № 6. — С. 1012–1023.
5. Орлюк М. Возмущенность магнитного поля Земли и некоторые аспекты инфекционных заболеваний / М.І. Орлюк, А.Ф. Фролов, В.І. Задорожная, А.А. Роменец // Геофізич. журн. — 2007. — Т. 29. — № 6. — С. 148–156.
6. Orlyuk M. Analysis of a geomagnetic field in Ecology [Електронний ресурс] / M. Orlyuk — Режим доступу: [www.cosis.net/06649/EGS02-A-06649.pdf](http://www.cosis.net/06649/EGS02-A-06649.pdf)
7. Orliuk M. Space-temporal structure of the magnetic field in territory of Ukraine / M. Orliuk, A. Romanets, Yu. Sumaruk, T. Sumaruk // Геофізич. Журнал. — 2010. — Т. 32, № 4. — С. 126–127.
8. Фролов А.Ф. Эпидемический процесс гриппа и некоторые факторы биосферы физической природы / А.Ф. Фролов, М.І. Орлюк, В.І. Задорожная, А.А. Роменец // Доповіді НАН України. — 2009. — № 1. — С. 172–176.
9. Созінов О.О. Сучасні деградаційні процеси, еколого-агрохімічний стан та оцінка придатності сільськогосподарських земель для створення екологічно чистих сировинних зон і господарств / О.О. Созінов, М.В. Козлов, А.Г. Сердюк, Ю.О. Тараріко // Збірник наукових праць Інститут агроекології та біотехнології Випуск 2. — К., 1998. — С. 54–65.
10. Галушко В. Криза на зерновому ринку в 2003 році та продовольча безпека України / Сільське господарство України: криза та відновлення / За ред. Стефана фон Крамона Таубадея, Сергія Дем'яненка, Арніма Куна. — К.: КНЕУ, — С. 169–182.
11. Мельник П.П. Вплив магнітного поля Землі на врожайність пшениці озимої на території України / П.П. Мельник, М.І. Орлюк, Л.І. Ліщитович, А.А. Роменец // Збалансоване природокористування. — 2012. — № 1. — С. 53–60.