

## ВПЛИВ ГІДРОТЕРМІЧНОГО РЕЖИМУ ВЕГЕТАЦІЇ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ҐРУНТУ ТА ВРОЖАЙНІСТЬ КУКУРУДЗИ

О.С. Дем'янюк, О.В. Шерстобова, А.М. Клименко, Я.В. Чабанюк

*Інститут агроекології і природокористування НААН*

*У польовому досліді встановлено, що біологічна активність ґрунту під агрокультурою, як показник його екологічного стану, значно залежить від погодних умов. В екстремальні (надмірна вологість та перевищення середньомісячної температури на 2–5°C) періоди порівняно з такими самими спекотними, але посушливими періодами у ґрунті збільшується кількість загальної мікробної маси, посилюються синтетичні процеси та активізується емісія діоксиду вуглецю. Відповідно, підвищується врожайність зеленої маси кукурудзи, проте значно знижується врожайність зерна. У рік з підвищеним температурним режимом і недостатнім забезпеченням вологою значно знижується врожай зеленої маси, але врожай зерна формується майже на рівні оптимального за погодними умовами року, що обумовлено відносною посухостійкістю кукурудзи.*

**Ключові слова:** біологічна активність ґрунту, гідротермічний коефіцієнт, погодні умови, кукурудза, врожайність.

Клімат планети Земля зазнає періодичних змін, за яких періоди потепління змінюються похолоданням з різною циклічністю, що визначається зміною активності Сонця, зокрема пульсацією сонячних плям та вулканічними викидами, тобто формується під дією космічних та сонячно-земних чинників [1].

На продуктивність агроєкосистем найбільше впливають абіотичні чинники, тісно пов'язані з погодно-кліматичними умовами, а саме: зволоження, тепловий ресурс (сонячне світло), температурні умови холодного періоду та континентальність клімату [2].

Регіональні зміни погодних умов та клімату потребують уточнення і переосмислення їх впливу на ріст, розвиток і врожайність зернових культур [3]. Зокрема, кукурудза відноситься до теплолюбних та посухостійких культур — оптимальною середньодобовою температурою для її росту та розвитку є температура +25°C. Відомо, що вологу рослини кукурудзи впродовж вегетації використовують нерівномірно. Так, культура добре переносить посуху до

фази виходу в трубку, але у фазу викидання волоті їй потреба у волозі є найбільшою, адже рослини швидко ростуть та накопичують суху масу, і їхня забезпеченість розчинними елементами живлення у цей період має бути найвищою [4]. Нестача вологи на цьому етапі розвитку культури спричиняє в'янення рослин, підсихання листя, зниження активності фотосинтезу і життєздатності пилку, а це своєю чергою призводить до порушення запліднення і формування зерна [5].

Проте дуже мало уваги приділяється дослідженню впливу екстремальних та близьких до них змін гідротермічного режиму вегетаційного періоду на протікання біологічних процесів у ґрунті, активність і спрямованість яких визначає зміни природної та актуальної родючості ґрунту, а отже і продуктивності агроєкосистеми загалом.

Метою дослідження було з'ясувати вплив погодних умов вегетаційного періоду на спрямованість і активність біологічних процесів у ґрунті агроценозу кукурудзи та її врожайність.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Полеві дослідження проводили на дослідних полях Інституту кормів та сільськогосподарства Поділля НААН. Ґрунт – сірий лісовий опідзолений, середньосуглинковий. Уміст гумусу – 2,06%, рН – 4,2, Нг – 3,24 мг-екв/100 г ґрунту, сума ввібраних основ – 19,2 мг-екв/100 г ґрунту, вміст гідролізованого азоту – 74,2 мг/кг ґрунту (за Корнфільдом), рухомого фосфору – 174 і обмінного калію – 115 мг/кг ґрунту (за Кірсановим).

Облікова площа ділянки – 30 м<sup>2</sup>. Повторність – триразова. Використовували середньостиглий гібрид кукурудзи Красилів 327 МВ.

Відбір зразків ґрунту і визначення біологічної активності ґрунту за інтенсивністю емісії діоксиду вуглецю та вмістом мікробної маси здійснювали загальноприйнятими в ґрунтовій мікробіології методами [6]. Спрямованість біологічних реакцій у ґрунті характеризували за коефіцієнтами мінералізації-іммобілізації та гумусонакопичення [7, 8].

Дані гідротермічного режиму вегетаційного періоду 2011–2013 рр. надано Вінницькою обласною метеостанцією.

Статистичний аналіз одержаних результатів проводили за допомогою рекомендацій посібників із статистичного аналізу і стандартних комп'ютерних програм Statistica 8, Microsoft Excel.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

*Аналіз погодних умов.* Температурний режим першої половини вегетації кукурудзи у 2011–2013 рр. характеризувався перевищенням середнього багаторічного рівня (СБР) на 1–5°C, особливо у червні – липні всіх трьох років дослідження (рис. 1). Перевищення середньомісячних температур на 3–5°C тривало весь період вегетації – з травня до вересня у 2012 р. Проте ці місяці значно відрізнялись за забезпеченням вологою у різні роки. Так, у 2011 і 2013 році випала надмірна кількість опадів, тоді як упродовж усього вегетаційного періоду 2012 р. була посуха (рис. 2).

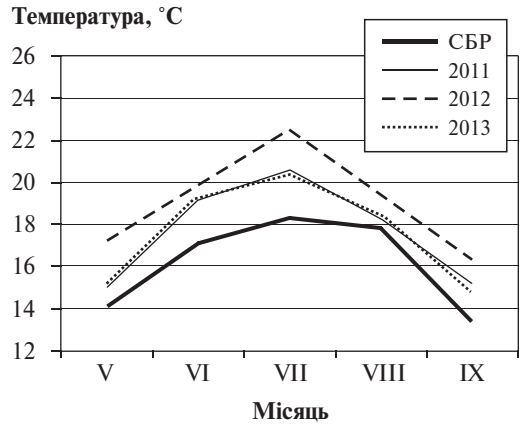


Рис. 1. Температура повітря у вегетаційний період кукурудзи (Вінницька обл.)

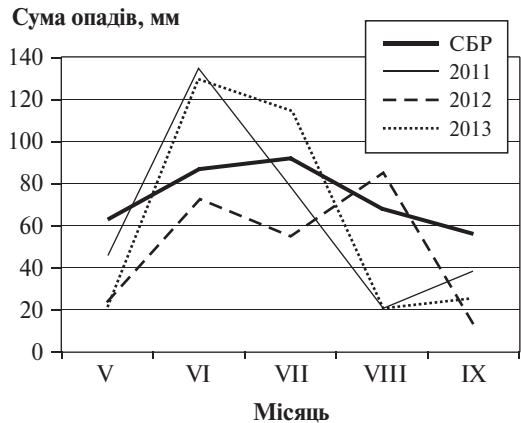


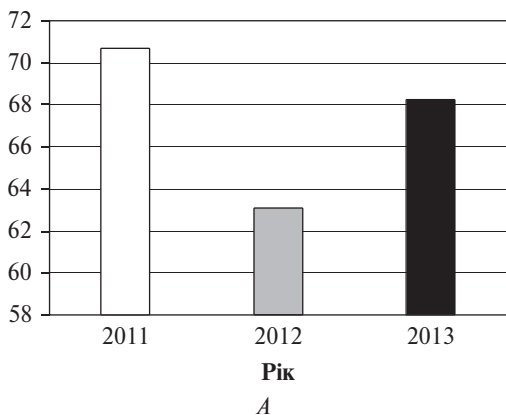
Рис. 2. Динаміка опадів у вегетаційний період кукурудзи (Вінницька обл.)

Порівнюючи значення гідротермічного коефіцієнта (ГТК) кожного року досліджень із середнім багаторічним показником, можна стверджувати, що близькими до оптимальних для вегетації і плодоношення кукурудзи були погодні умови 2013 р. (рис. 3). Перша половина вегетації 2011 р. за рівнем ГТК була сприятливою, а друга, починаючи з серпня, посушливою, що негативно позначилося на формуванні качанів кукурудзи та зерна. Рівень ГТК упродовж вегетаційного періоду у 2012 р. був доволі низьким, що свідчить про екстремальні умови для розвитку зеленої маси кукурудзи, адже тривалий період (з травня

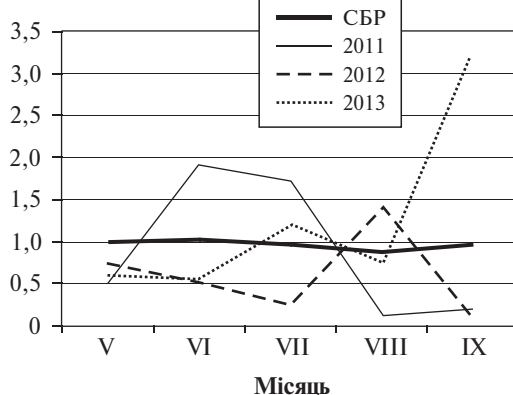
до липня) спостерігалася аномальна спека та посуха. Проте у серпні випала задовільна кількість опадів, що, безперечно, є важливим для формування врожаю зерна.

**Урожайність.** Діапазон розбіжностей погодних умов вегетації кукурудзи значною мірою вплинув на врожайність її зеленої маси та зерна (рис. 4). Аналізуючи вищенаведену динаміку рівня погодних чинників, можна стверджувати, що у червні – липні 2011 р. температурний режим і вологість були дещо вищими, тому було отримано доволі високий урожай зеленої маси кукурудзи – на рівні 70,6 т/га. Як відомо, кукурудза – доволі чутлива культура до рівня забезпеченості вологою, надмірне зволоження також негативно впливає на рослини, що спричиняє різке зниження врожайності зерна. За таких умов спостерігається дефіцит кисню в ґрунті, що необхідний для дихання коренів, можливо саме тому врожайність зерна отримано лише на рівні 6,0 т/га. Також і серпнева посуха нівелювала переваги погодних умов першої половини вегетації, що не дало змоги рослинам кукурудзи сформувати високий урожай зерна завдяки використанню запасів поживних речовин, накопичених у зеленій масі.

**Урожайність зеленої маси, т/га**



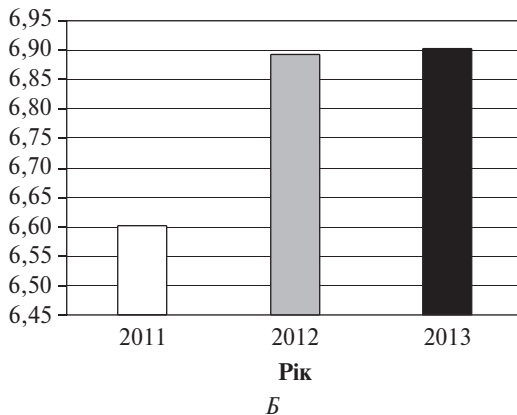
**ГТК**



**Рис. 3.** Гідротермічний коефіцієнт у вегетаційний період кукурудзи (Вінницька обл.)

Дефіцит забезпечення вологою та підвищений температурний режим упродовж травня – липня 2012 р. (про що свідчать низькі показники ГТК) спричинили значне зниження врожайності зеленої маси кукурудзи – до 63,0 т/га. Але врожайність зерна зафіксовано на рівні, близькому до врожаю з оптимальними показниками погодних умов – 6,89 т/га. Такий ефект пояснюється посухостійкістю культури, адже, загалом, кукурудза на формування 1 кг сухої ре-

**Урожайність зерна, т/га**



**Рис. 4.** Урожайність гібрида кукурудзи Красилів 327 МВ (НІР<sub>05</sub>): А – зелена маса, (2011 р. – 2,4; 2012 – 1,8; 2013 р. – 2,3); Б – зерно, (2011 р. – 0,15; 2012 – 0,11; 2013 р. – 0,10), т/га

човини потребує значно менше води, ніж інші зернові культури. Також отриманню відносно високого врожаю зерна у посушливий рік сприяє підвищена середньомісячна температура, оскільки за таких умов у рослин типу С4 збільшується ефективність використання азоту у фотосинтетичних структурах, до яких і відноситься кукурудза [9]. Інша позитивна особливість кукурудзи, що забезпечує її стійкість до посухи, — це її низький коефіцієнт транспірації, адже рослини більш економічно утилізують двооксид вуглецю з мінімальною втратою води [5].

Якщо на початку вегетації випадає мало опадів, а розвитку фітомаси сприяє температурний режим, кукурудза розвиває потужну кореневу систему, що проникає глибше у ґрунт. Це сприятливо впливає на формування високого врожаю в умовах недостатньої вологозабезпеченості. Саме тому в 2013 р., незважаючи на посуху у травні та серпні, було отримано високий урожай зеленої маси і зерна кукурудзи, відповідно — 68,2 і 6,9 т/га. Кукурудза наприкінці вегетації виявляє вищу потребу в розчинних елементах живлення для формування зерна, а саме — у вересні і до збору врожаю, з огляду на ГТК, була задовільна забезпеченість вологою і сприятливий температурний режим [4].

*Біологічна активність ґрунту.* Важливим завданням агроєкології є не лише отримання високих урожаїв сільськогосподарських культур, а й збереження продуктивності агроєкосистем загалом. Основним у цьому аспекті є збереження та підвищення родючості ґрунту, що залежить від активності та спрямованості біохімічних реакцій,

за здійснення яких у ґрунті відповідають різні за функціональністю групи мікроорганізмів. Співвідношення кількостей мікроорганізмів у еколого-трофічних групах, що виконують протилежні функції у ґрунтового угрупованні, дає змогу визначати баланс між процесами синтезу та розпаду, мінералізації та іммобілізації, який виражається відповідними коефіцієнтами. Про загальну активність біологічних процесів у ґрунті, а отже і його екологічний стан, можна судити з універсальних показників, а саме, з кількості загальної мікробної маси та респіраторної активності, які є доволі чутливими до дії негативних чинників.

Результати аналізу визначення біологічної активності ґрунту за наведеними вище критеріями свідчать, що перевищення температури негативно впливає на родючість ґрунту (табл.). Підтвердженням цього є те, що біологічна активність ґрунту, визначена за коефіцієнтами мінералізації органічної речовини та гумусоутворення, а також за загальною кількістю мікробної маси та емісією діоксиду вуглецю, була найнижчою у 2012 р., який характеризувався найвищим середньорічним температурним рівнем у всі фази розвитку кукурудзи.

У 2013 р. за ГТК, ближчому до середньорічних показників, відзначено найвищу біологічну активність за коефіцієнтом мінералізації-іммобілізації, вмістом біомаси та емісією діоксиду вуглецю. За таких умов спостерігається найбільша збалансованість процесів гумусонакопичення — коефіцієнт 1,06. За підвищених температур та дефіциту вологи (2012 р.) цей показник є меншим від одиниці — 0,92. На активність синте-

**Біологічна активність ґрунту в агрофітоценозі середньостиглого гібрида кукурудзи Красилів 327 МВ (середнє за травень — липень)**

Рік дослідження	Коефіцієнт мінералізації-іммобілізації	Коефіцієнт гумусонакопичення	Біомаса мікроорганізмів, мкг С/г ґрунту	Емісія CO <sub>2</sub> , мг CO <sub>2</sub> /кг ґрунту
2011	1,32	1,28	112,3	32,8
2012	1,11	0,92	100,6	29,2
2013	2,11	1,06	208,33	32,0

тичних процесів у ґрунтовому середовищі позитивно впливають умови підвищених температур та вологості, якими характеризується період травня – липня 2011 р., адже коефіцієнт гумусонакопичення був вищим від одиниці – 1,28. Отже, можна дійти висновку, що такі погодні умови сприяють не лише підвищенню врожайності зеленої маси кукурудзи, а й збереженню та підвищенню родючості ґрунту.

### ВИСНОВКИ

За результатами аналізу експериментальних даних встановлено рівень залежності продуктивності кукурудзи за кількістю отриманої зеленої маси та зерна від погодних умов вегетації. У роки з екстремально високим температурним і посушливим водним режимами можна отримувати доволі високі врожаї зерна кукурудзи, але із втратами врожайності зеленої маси. Про-

те в критичні за температурним режимом, але з надмірною вологістю роки в першій половині вегетації рослин спостерігалися висока врожайність зеленої маси і, навпаки, втрати врожаю зерна.

З іншого боку, за високих середньомісячних температур та задовільної забезпеченості вологою у ґрунті збільшується кількість загальної мікробної маси, активізуються мікроорганізми, що здійснюють мінералізаційні процеси, а перебіг гумусних процесів характеризується як найбільш збалансований.

Отже, біологічна активність ґрунту та спрямованість у ньому основних біохімічних реакцій залежать від гідротермічного режиму в період вегетації рослин, що свідчить про значний вплив погодних чинників на збереження, відновлення та підвищення родючості, а це своєю чергою забезпечує продуктивність агроєкосистем.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Дьяков А.В. Использование информации об активности Солнца в гидрометеорологическом прогнозировании на длительные сроки / А.В. Дьяков // Солнечно-атмосферные связи в теории климата и прогнозах погоды. – Л.: Гидрометеоиздат, 1974. – 452 с.
2. Клімат України / за ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. – К.: Вид-во Раєвського, 2003. – 334 с.
3. Сайко В.Ф. Наукові основи землеробства в контексті змін клімату / В.Ф. Сайко // Вісник аграрної науки. – 2008. – № 11. – С. 5–10.
4. Цикл азоту в ризосферному ґрунті рослин кукурудзи / Т.Д. Мілютенко, О.В. Шерстобоева, В.В. Волкогон, О.М. Бердніков // Агроєкологічний журнал. – 2013. – № 3. – С. 88–95.
5. Кушенов Б.М. Продуктивность фотосинтеза и урожайность кукурузы / Б.М. Кушенов // Кукуруза и сорго. – 1998. – № 4. – С. 3–5.
6. Експериментальна ґрунтова мікробіологія: монографія / В.В. Волкогон, О.В. Надкернична, Л.М. Токмакова та ін.; за ред. В.В. Волкогона. – К.: Аграрна наука, 2010. – 464 с.
7. Функціонування мікробних ценозів ґрунту в умовах антропогенного навантаження / К.І. Андриєук, Г.О. Іутинська, А.Ф. Антипчук та ін. – К.: Обереги, 2001. – 240 с.
8. Звягинцев Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Д.Г. Звягинцев. – М.: МГУ, 1991. – 304 с.
9. Эдвардс Дж. Фотосинтез  $C_3$ - и  $C_4$ -растений: механизмы и регуляция / Дж. Эдвардс, Д. Уокер. – М.: Мир, 1986. – 598 с.

### REFERENCES

1. Dyakov A.V. (1974). *Ispolzovanie informatsii ob aktivnosti Solntsa v gidrometeorologicheskom prognozirovanii na dlitelnye sroki* [Using information about solar activity in the hydrometeorological forecasting for long periods] *Solnechno-atmosfernyye svyazi v teorii klimata i prognozakh pogody* [Solar-atmospheric communication theory of climate and weather forecasts]. Leningrad: Gidrometeoizdat Publ., 452 p. (in Russian).
2. Lipinskiy V.M., Diachuk V.A., Babichenko V.M. (2003). *Klimat Ukrainy* [Climate Ukraine]. Kyiv: Vydavnytstvo Raievskoho Publ., 334 p. (in Ukrainian).
3. Saiko V.F. (2008). *Naukovi osnovy zemlerobstva v konteksti zmin klimatu* [Scientific basis of agriculture in the context of climate change]. *Visnyk ahraryoi nauky* [Bulletin of Agricultural Science]. No. 11, pp. 5–10 (in Ukrainian).
4. Myliutenko T.D., Sherstoboieva O.V., Volkohon V.V., Berdnikov O.M. (2013). *Tsykl azotu v ryzosfernomu grunti roslyn kukurudzji* [The cycle of nitrogen in the soil ryzosfernomu maize]. *Ahroekologichnyi zhurnal*. [Agroecological journal]. No. 3, pp. 88–95 (in Ukrainian).
5. Kushenov B.M. (1998). *Produktivnost fotosinteza i*

- urozhaynost kukuruzy* [The productivity of photosynthesis and productivity of corn]. *Kukuruza i sorgo* [Corn and sorghum]. No. 4, pp. 3–5 (in Russian).
6. Volkohon V.V., Nadkernychna O.V., Tokmakova L.M. (2010). *Eksperymentalna gruntova mikrobiolohiia: monohrafiia* [Experimental soil microbiology: Monograph]. Kyiv: Ahrarna nauka Publ., 464 p. (in Ukrainian).
  7. Andreiuk K.I., Iutynska H.O., Antypchuk A.F. (2001). *Funktsionuvannia mikrobnykh tsenoziv irtu v umovakh antropohemoho navantazhennia* [The functioning of microbial communities in soil under anthropogenic load]. Kyiv: Oberehy Publ., 240 p. (in Ukrainian).
  8. Zvyagintsev D.G. (1991). *Metody pochvennoy mikrobiologii i biokhimii* [Methods of soil microbiology and biochemistry]. Moskva: MGU Publ., 304 p. (in Russian).
  9. Edwards Dzh., D. Uoker. (1986). *Fotosintez S<sub>3</sub>- i S<sub>4</sub>-rastenyi: mekhanizmy i regulyatsiya* [Photosynthesis C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> plants: Mechanisms and regulation]. Moskva: Mir Publ., 598 p. (in Russian).

УДК 577.34:574.64:504.062

## ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ТОКСИЧНОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ

Е.О. Аристархова

*Інститут агроекології і природокористування НААН*

*Розглянуто проблему визначення токсичності питної води у системі водопостачання м. Житомира. Доцільно для виявлення токсичної дії компонентів води застосовувати так звані набори тест-організмів, у яких обов'язковими складовими повинні стати представники рослинних і тваринних форм. Обґрунтовано, що результати такого біотестування дають можливість всебічно оцінити вплив забруднювальних речовин на живі істоти. Запропоновано під час тестування якості питної води використовувати *Daphnia magna* Straus та *Tradescantia fluminensis* Vellozo. На основі реакцій тест-об'єктів розраховано індекс токсичності питної води. Відзначено шкідливу дію вторинного забруднення води (індекс токсичності 50%, група Д1) на живі організми. Виявлено специфічність чутливості *T. fluminensis* (на восьму добу) і *D. magna* (на 15-ту) до хронічного ефекту компонентів питної води.*

**Ключові слова:** *токсичність питної води, біотестування, Daphnia magna Straus, Tradescantia fluminensis Vellozo, індекс токсичності, хронічний ефект.*

Води більшості поверхневих джерел питного водопостачання України характеризуються помірним і високим рівнем забруднення. Нині майже немає поверхневої водойми, яку можна віднести до водойм першої категорії за ступенем забрудненості води та екологічним станом [1]. Основними забруднювальними речовинами впродовж багатьох років залишаються органічні речовини, синтетичні поверхнево-активні речовини, важкі метали, радіонукліди, пестициди тощо. Останнім десятиліттям їх накопичення інтенсивно збільшується через

забруднювачі, що потрапляють у водойми внаслідок застосування сучасних інноваційних технологій у сільськогосподарському виробництві та промисловості, зокрема наночастинки штучного походження, які істотно відрізняються від решти складових води за фізико-хімічними та біологічними властивостями [2]. Вивчення впливу таких частинок на стан водних екосистем достатньою мірою ще не проводилось. Вказані зміни у складі природних вод відбуваються на фоні вже давно існуючого низького рівня (або взагалі відсутності) процесів самоочищення водних об'єктів. За таких умов різко ускладнюється можливість