

ВПЛИВ ГІДРОТЕРМІЧНОГО РЕЖИМУ ВЕГЕТАЦІЇ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ҐРУНТУ ТА ВРОЖАЙНІСТЬ КУКУРУДЗИ

О.С. Дем'янюк, О.В. Шерстобоева, 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 м². 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).

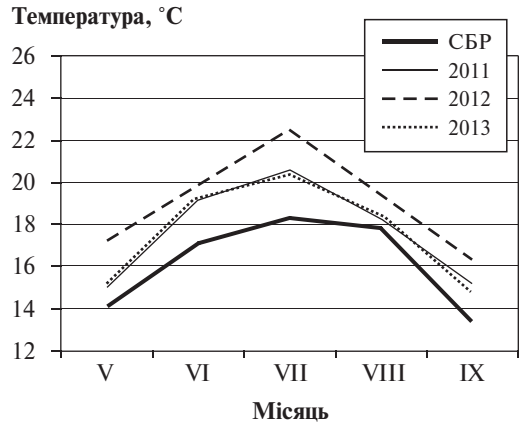


Рис. 1. Температура повітря у вегетаційний період кукурудзи (Вінницька обл.)

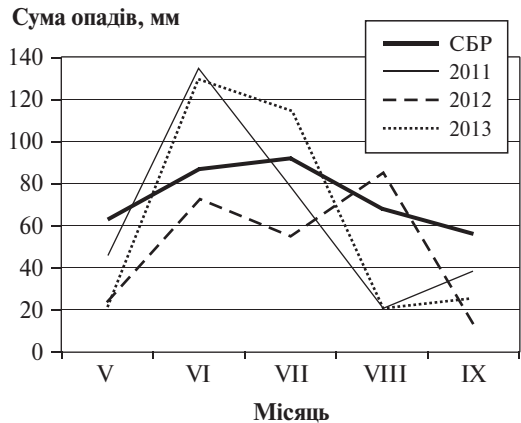


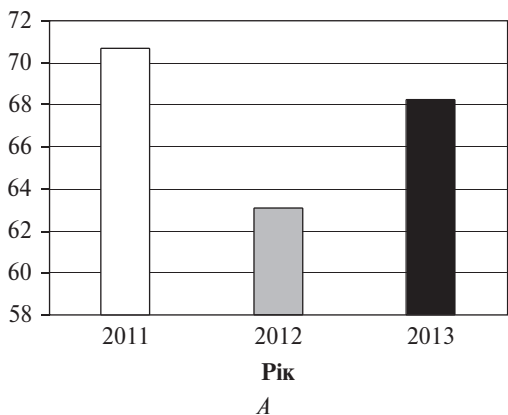
Рис. 2. Динаміка опадів у вегетаційний період кукурудзи (Вінницька обл.)

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

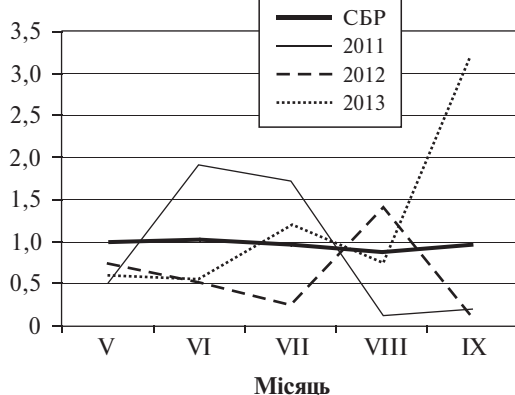


Рис. 3. Гідротермічний коефіцієнт у вегетаційний період кукурудзи (Вінницька обл.)

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

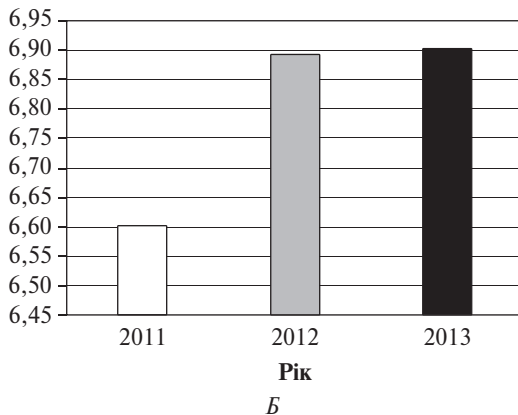


Рис. 4. Урожайність гібрида кукурудзи Красилів 327 МВ (НІР₀₅): А – зелена маса, (2011 р. – 2,4; 2012 – 1,8; 2013 р. – 2,3); Б – зерно, (2011 р. – 0,15; 2012 – 0,11; 2013 р. – 0,10), т/га

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 синтезу

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 ₂ , мг CO ₂ /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. Волкогодна. – 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 kukurudz* [The cycle of nitrogen in the soil ryzosfernomu maize]. *Ahroekolohichniy 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 S₃- i S₄-rastenyi: mekhanizmy i regulyatsiya* [Photosynthesis C₃ and C₄ 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