УДК 631.51:631.445.25:633.15:631.582

МАЛІЄНКО А.М.
БОРИС Н.Є.
ННЦ «Інститут землеробства НААН»
agrokaktys@ukr.net

ТИПОВІСТЬ ГІДРОТЕРМІЧНИХ УМОВ ЗОНИ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ

Мета. На основі проведеного аналізу встановлено вплив способу основного обробітку ґрунту та динамічних змін гідротермічних умов впродовж вегетаційного періоду на продуктивність рослин кукурудзи. Вивчено та детально проаналізовано гідротермічні умови України протягом останніх десятиліть, що дозволяє в широкому діапазоні окреслити тенденцію як зростання, так і істотного зниження опадів і змін температурного режиму.

Матеріал і методи дослідження. Типовість гідротермічних умов (ГТК) визначали за сумою опадів і середньодобовою температурою повітря за певний період вегетації культури, таким чином формували варіаційний ряд даних, який піддавали аналізу.

Результати дослідження. Встановлено позитивну дію глибокого чизельного обробітку, який проводили на 43–45 см на продуктивність кукурудзи з рекордною урожайністю зерна серед інших способів основного обробітку ґрунту – 9,47 т/га. Це свідчить про істотну ефективність такого розпушування сірого лісового ґрунту легкого гранулометричного складу, характерною особливістю якого є маломіцна структура з низькою водостійкістю агрегатів та невисокою природною родючістю.

Обговорення. Типовість та мінливість гідротермічних умов дозволяють окреслити тенденцію як зростання, так і істотного зниження суми опадів. У роки з несприятливим ГТК впродовж червня–вересня на 25–36 мм з K_i знаходився в діапазоні від істотно до екстремально зниженого (–1,13…–3,71). В роки з оптимальними умовами за ГТК встановлено тенденцію до підвищення місячної суми опадів у травні, червні та вересні на 22, 16 та 21 мм відповідно, та зниження місячної суми опадів у липні та серпні на 23 і 14 мм.

Висновки. Впродовж 2005–2016 рр. спостерігали неоднорідність та нетиповість розподілу опадів, а також підвищення середньодобової температури повітря як по місяцях, так і в цілому за вегетаційний період. Проаналізувавши гідротермічні умови та зміни, які відбулися за 12-річний період, можна константувати про достатній рівень забезпечення опадами у травні–червні та їх дефіцит впродовж липня–серпня, що й підтвердилось при аналізі впливу цих факторів на продуктивність культури.

Ключові слова: гідротермічні умови, гідротермічний коефіцієнт (ГТК), вегетаційний період, продуктивність кукурудзи.

doi: 10.33245/2310-9270-2019-146-1-55-64

Постановка проблеми. Гідротермічні умови України протягом останніх десятиліть почали істотно змінюватися. Це може призвести до зміщення кліматичних сезонів, зміни тривалості вегетаційного періоду (залежно від зони та біологічних особливостей рослин, скорочуватись або розширюватись), зменшення тривалості залягання стійкого снігового покриву, зміни водних ресурсів місцевого стоку. Середньорічна температура повітря за 1991–2010 рр. зросла на 0,8 °С, за період з 1991 по 2016 р. – на 1,0 °С, а вже в 2017 р. – на 1,8 °С відносно кліматичної норми [17, 19]. Зміни, які відбулися за річний цикл, свідчать про підвищення середньодобової температура повітря у грудні-січні на 1,9–2,0 °С, березні – 2,3 °С, квітні – 0,5 °С, серпні – 1,6 °С, вересні–жовтні – 1,4–2,0 °С. Зокрема за вегетаційний період пізніх ярих культур (травень–вересень), відбулося зростання температури повітря на 1,0–1,5 °С по всій території України [1, 3, 7, 10] (рис. 1).

Необхідно відмітити, що відбулися істотні зміни відносно кліматичної норми в розподілі атмосферних опадів та загалом у їх кількості. Помітними є зміни інтенсивності та характеру випадання на усій території України [1, 7, 21]. В підтвердження змін гідротермічних умов та їх типовості чи нетиповості в зоні Правобережного Лісостепу (з прив'язкою координат до пілотного району розташування: Київ; ширина 50°, 35°; довгота 30°, 42°; висота 186 м), слід зазначити про особливості 2014 р., де в травні за І декаду місяця впродовж 4 днів випало 23 мм опадів – 132 % до норми, а в ІІІ декаду за ту ж кількість днів сума опадів була вище норми на 230 % (рис. 2).

Нетиповими були гідротермічні умови ІІ декади травня, де впродовж 5 діб випало 93 мм – 721 % до норми. Кількість діб із опадами становила 13, а сума відповідала 173 мм, ця кількість опадів була найбільша за весь проаналізований період. Це підтверджує факт зростання кількості опадів зливового характеру в першу половину вегетації пізніх ярих культур. Аномальними був 2015 р., за

© **Малієнко А.М., Борис Н.Є., 2019.**

період вегетації кукурудзи рівень опадів був істотно нижчий середніх багаторічних показників. Поряд із дефіцитом вологи, спостерігали підвищення температури повітря за вегетаційний період на 3,2 °С. За ГТК вегетаційний період у 2015 р. був посушливим – 0,39. Так у травні та липні він складав 0,60–0,79, що відповідає посушливому рівню, а в червні та серпні 0,12–0,16 – сухо (рис. 2).

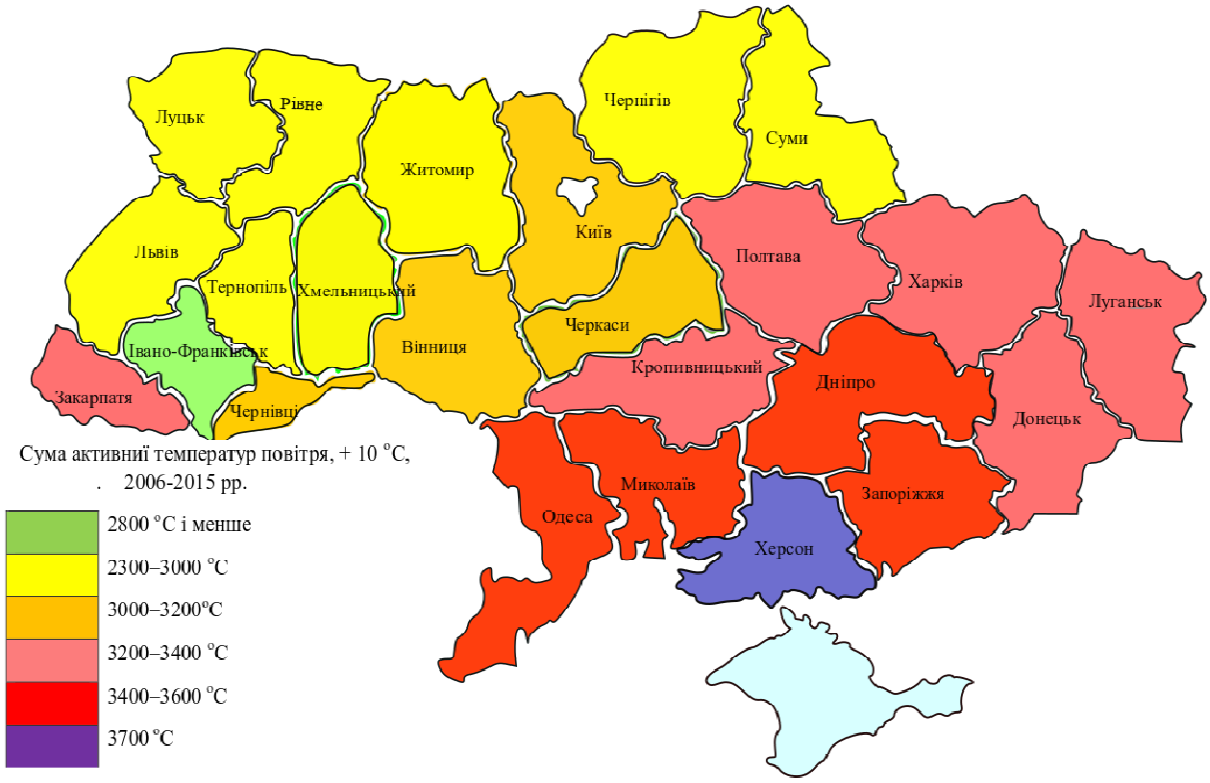


Рис. 1. **Зміна суми активних температур +10 °С,** 2006–2015 рр. [2].

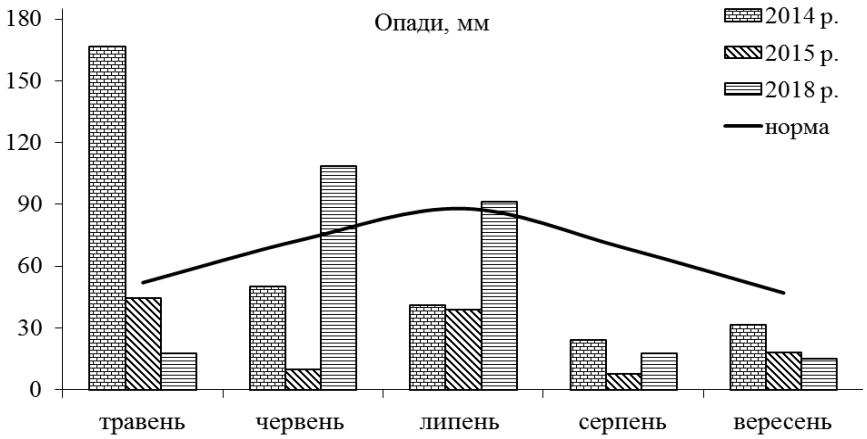


Рис. 2. **Динаміка опадів за вегетаційний період кукурудзи,** мм.

Аналіз останніх досліджень. Кукурудза є високопродуктивною сільськогосподарською культурою універсального призначення, яку вирощують на продовольчі – 20–25 %, кормові – 60–65 і технічні цілі – 15–20 % [12, 13]. Підвищення її урожайності можливо за рахунок удосконалення елементів технології вирощування з урахуванням біологічних особливостей. Ріст і розвиток кукурудзи, отримання високих врожаїв, а також поліпшення якості основної продукції визначається факторами антропогенного походження і погодними умовами [11].

Сьогодні недобір урожаю зернових культур [14] і кукурудзи може сягати 45–50 % за умов дефіциту вологи, а за поєднання декількох несприятливих явищ – 70 % і більше [8, 12, 13, 20]. В більшості випадків загрозу посівам кукурудзи спричиняють погодні умови, також мають міс-

це такі чинники як нехтування біологічними вимогами культури при виборі того чи іншого гібриду для зони сіяння, агротехнічні заходи, попередники, засоби захисту, удобрення, які в комплексі формують сприятливі умови для забезпечення потреб та реалізації потенціалу рослин.

Вимоги рослин кукурудзи до вмісту вологи у грунті в початкові фази розвитку невисокі – 30 мм/місяць, найбільша кількість вологи рослинами споживається у фазу BBCH 51:83, а необхідна кількість опадів в цей період – 80–120 мм/місяць [1, 5]. Недостатнє забезпечення вологою зумовлює істотне зниження ефективності елементів технології вирощування культур [9, 16, 18].

Для реалізації потенціалу кукурудзи важливим є не лише кількість опадів за вегетацію, а і їх розподіл впродовж вегетації. Відомо, що 50–70 % продуктивних витрат вологи припадає на першу половину вегетації культури, від сівби до викидання волоті. Водний дефіцит у фази розвитку BBCH 61:75 викликає порушення процесів запилення, внаслідок чого спостерігається зменшення кількості зерен у качані, а дефіцит вологи після запилення спричиняє зменшення їх загальної маси. Опади в період достигання зерна практично не використовуються рослинами, а залишаються для культури, яка вирощуватиметься після кукурудзи [1].

Мета дослідження полягає у встановленні впливу способу основного обробітку ґрунту та гідротермічних умов вегетаційного періоду на продуктивність кукурудзи.

Матеріал і методи дослідження. Типовість гідротермічних умов та вплив способу основного обробітку ґрунту на продуктивність кукурудзи вивчали в тривалому стаціонарному досліді відділу обробітку ґрунту та боротьби з бур'янами ННЦ «Інститут землеробства НААН». Під кукурудзу проводили такі обробітки ґрунту: оранка на 28–30 см (контроль), плоскорізне розпушування на 28–30 см, чизельне розпушування на 43–45 см та дискування на 10–12 см. Дослідження проводили на фоні внесення під кукурудзу $N_{100}P_{80}K_{80}$ та заробляння побічної продукції попередника – 5,5–6,0 т/га. Ґрунт – сірий лісовий крупнопилувато-легкосуглинковий, який утворився на карбонатному лесовидному суглинку.

Типовість погодних умов визначали за кількістю опадів і середньодобовою температурою повітря за певний місяць вегетації культури, таким чином формувався варіаційний ряд даних, який піддавали аналізу. Типовість гідротермічних умов виражали через Кі згідно з методикою, розробленою Ю.П. Маньком [9]. Рівень мінливості погодних умов проводили шляхом порівняння із середнім багаторічним показником, який є контролем та нормою для оцінки конкретного вегетаційного року та проведеного щорічного аналізу. Коефіцієнт істотності відхилень гідротермічних умов від багаторічної кількості проводили за методичними рекомендаціями.

Для встановлення зв'язку залежності між двома процесами, які є взаємопов'язані і неможливі за відсутності одного із них, а також оцінювання тісноти зв'язку цієї залежності застосовували кореляційний аналіз, що дозволяє зробити висновки про дію однієї змінної (урожайність) на основі іншої (гідротермічні умови, спосіб основного обробітку ґрунту). За встановленим коефіцієнтом кореляції було оцінено тісноту зв'язку за шкалою співвідношень Чеддока. У якості статистичного показника використовували коефіцієнт детермінації – r^2, який характеризує в якій мірі мінливість y – результативна ознака – урожайність, пояснюється x – факторною ознакою – гідротермічні умови [15].

Результати дослідження. Проведений аналіз гідротермічних умов за 12-річний період свідчить про неоднорідність розподілу опадів протягом вегетації кукурудзи у розрізі років. У більшості з них перша половина вегетації (травень–червень) характеризувалася таким рівнем опадів: у 5-ти із них він був оптимальним – 49,0 мм, впродовж 4-х – неістотно зниженим – 37,0 мм, а впродовж 3-х – місячна сума опадів становила в середньому 128 мм і була завищеною на 78 мм, або 146 % до норми. Тоді як у другій половині вегетації рослин (липень–серпень), навпаки, спостерігали їх зниження (рис. 3).

За період 2005–2016 рр., несприятливі гідротермічні умови в липні спостерігали протягом 5-ти років, а дефіцит опадів склав 57–67 %. Особливо посушливими були 2012 і 2013 рр., сума опадів за місяць була на 90–95 % нижчою від середніх багаторічних показників. Коефіцієнт типовості (K_i) в ці роки був екстремально низьким –1,66…–2,88. У липні–серпні впродовж 5-ти років типовість гідротермічних умов виражалась як екстремально (K_i=–2,48…–2,88) та істотно (K_i=–1,66…–1,85) зниженими, а впродовж 3-х років неістотно (Кі=–0,46…–0,99) зниженими. Сума опадів впродовж цих років була нетиповою для Правобережного Лісостепу (рис. 3, табл. 1).

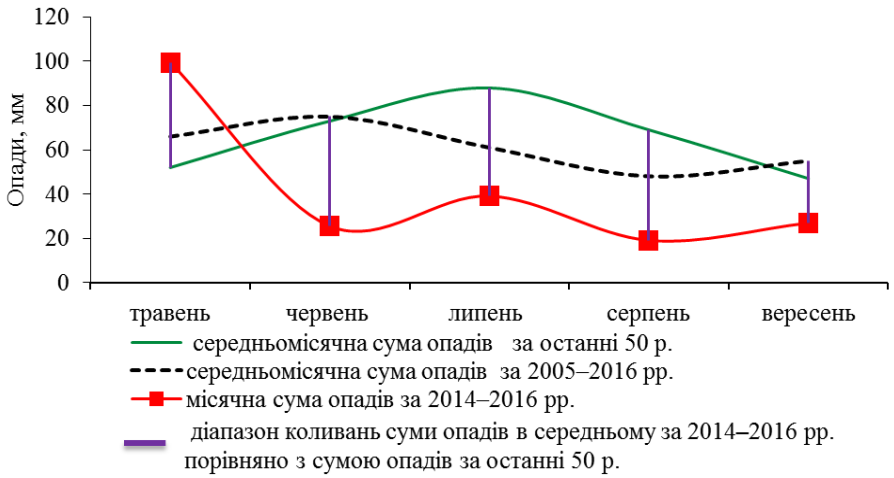


Рис. 3. **Розподіл опадів за вегетаційний період кукурудзи.**

Таблиця 1 **– Коефіцієнт типовості** (K_i) **гідротермічних умов за вегетаційний період кукурудзи на зерно**, 2005–2016 рр.

Рік	Коефіцієнт типовості (K_i)									
	опади					температура повітря				
	травень	червень	липень	серпень	вересень	травень	червень	липень	серпень	вересень
2005	0,08***	0,41**	-1,66°°	0,51**	-1,13°°	0,59**	0,10***	0,69**	1,42*	1,59*
2006	1,88*	1,13*	-0,46°°°	-0,43°°°	-0,24***	-0,28***	0,07***	0,56**	0,45**	0,56**
2007	-0,09***	0,36***	0,69**	0,84**	-0,48°°°	1,09*	0,66**	0,70**	0,95**	0,32***
2008	-0,46°°°	0,92**	-0,13***	-1,34°°	0,49**	-0,24***	0,26***	0,40**	0,77**	-0,11***
2009	-0,78°°°	-0,49°°°	-2,48°	-2,57°	-1,75°°	-0,04***	0,68**	0,89**	0,04***	1,48*
2010	0,09***	-1,38°°	0,46**	-1,29°°	0,95**	0,50**	1,29*	1,18*	1,37*	0,23***
2011	-0,40°°°	0,96**	1,06*	-0,26***	-0,45°°°	0,57**	1,19*	0,91**	0,19***	0,72**
2012	0,13***	0,91**	-1,69°°	0,85**	-0,32***	0,94**	-0,16***	1,23*	0,57**	0,98**
2013	-0,29***	-0,27***	-0,99°°°	-0,50°°°	1,96*	0,97**	1,17*	0,27***	0,46**	-0,43°°°
2014	1,95*	-0,39°°°	-0,80°°°	-0,76°°°	-0,25***	0,60**	0,00***	0,96**	0,93**	0,60**
2015	-0,41°°°	-3,71°	-2,88°	-3,59°	-1,71°°	1,74*	0,92**	1,00**	1,79*	1,35*
2016	1,27*	-2,03°°	-1,85°°	-1,59°°	-0,58°°°	0,11***	0,20***	0,11***	1,24*	0,74**

Примітка: шкала наведена згідно з методичними рекомендаціями та градацією [9]

* – екстремально знижений ** – неістотно завищений *** – оптимальний

° – екстремально знижений °° – істотно знижений °°° – неістотно знижений

Аномально сухими були 2009 і 2015 рр., а K_i=–2,57…–3,59 – екстремально зниженими. Опади у вересні в окремі роки характеризувались як істотно знижені – K_i=–1,13...–1,75. Разом з тим у 2013 р. за цей же період їх кількість була надмірною, та прослідковувалося істотне зростання місячної суми опадів (K_i=1,96), що вище від багаторічної їх кількості 353 % (табл. 1), спричинило пізніші від традиційних строки збирання, вищу на 4,0–6,0 % вологість зерна.

Загалом проаналізований нами період типовості та мінливості гідротермічних умов, дозволяє окреслити тенденцію істотного зниження опадів з несприятливим ГТК впродовж червня–вересня на 25–36 мм, а K_i знаходився у діапазоні від істотно (–1,13…–2,03) до екстремально (=…–3,71) зниженого (табл. 1). Разом з тим у роки з оптимальними умовами за ГТК, встановлено тенденцію до підвищення місячної суми опадів у травні, червні та вересні на 22, 16 та 21 мм відповідно. При цьому одночасно відбувалося зниження місячної суми опадів у липні та серпні на 23 і 14 мм (рис. 4).

В останні роки відбувається стрімке зростання середньодобової температури повітря. Протягом 2014–2016 рр. спостерігали найвищу температуру повітря за проаналізований період.

Так, середньомісячна температура повітря у травні та серпні була вище від норми на 4,1 °С, у червні, липні та вересні – на 2,5 і 3,1 °С. Середньодобова температура повітря за вегетаційний період була вище норми на 3,2 °С. Збільшення суми активних температур повітря за вегетацію в зоні Правобережного Лісостепу, дозволяє розширити асортимент гібридів від середньостиглих до середньопізніх гібридів, які є більш продуктивними (рис. 5).

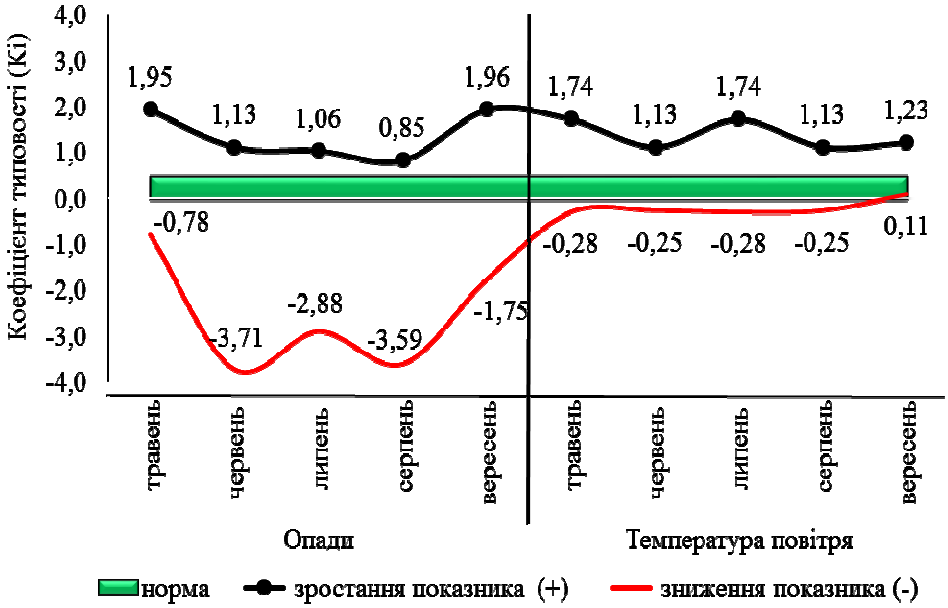


Рис. 4. **Типовість гідротермічних умов ($К_i$) вегетаційного періоду згруповані за умов максимальних і мінімальних відхилень від норми,** 2005–2016 рр.

Температурний режим повітря та зміни, які відбувалися за проаналізований вегетаційний період кукурудзи свідчать про зростання температури повітря на 0,3–2,7 °С у липні, на 2,6–4,1 °С у серпні та на 1,7–3,1 °С у вересні (рис. 5). На відміну від опадів, температура повітря є менш критичним показником у формуванні продуктивності кукурудзи. Загрозу складають лише тимчасові суховії під час цвітіння і запилення культури, які можуть відбуватися на фоні тривалої відсутності дощів та призвести зниження продуктивності посівів кукурудзи.

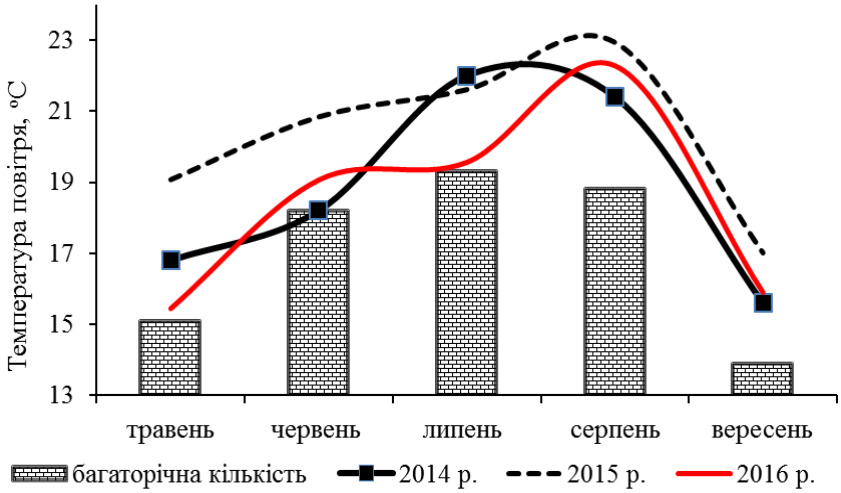
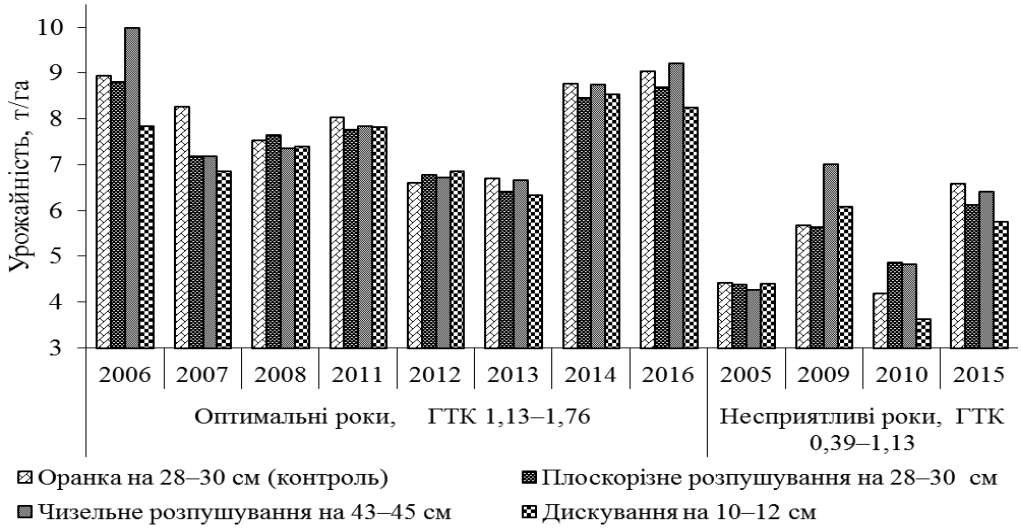


Рис. 5. **Температура повітря за вегетаційний період кукурудзи,** °С.

Несприятливі гідротермічні умови були в 2005, 2009–2010 і 2015 рр., з кількістю опадів за вегетацію 120–288 мм, що нижче багаторічної норми на 120 мм, або 36 %. Особливістю цих років був дефіцит опадів на рівні 37–61 % у червні–липні, а урожайність зерна становила 3,12–6,51 т/га. У роки із оптимальним ГТК (1,13–1,76) урожайність зерна кукурудзи була в межах від 6,35 до 9,47 т/га (рис. 6).



Примітка: урожайність кукурудзи за 2005–2012 рр. наведено за даними звітів відділу обробітку ґрунту і боротьби з бур’янами ННЦ «Інститут землеробства НААН».

Рис. 6. **Вплив способу основного обробітку ґрунту та гідротермічних умов на врожайність кукурудзи,** т/га.

Найвищий рівень урожайності (2006 р.) отримали за чизельного розпушування ґрунту – 9,47 т/га, тоді як за дискування на 10–12 см збір зерна був нижчим на 27 %. Зниження урожайності за такого обробітку, порівняно із контролем та чизельним обробітком, в роки з оптимальним ГТК складало 0,75 т/га, а за несприятливих, посушливих умов – 1,35 т/га (рис. 6).

У результаті оцінки залежності між двома змінними, урожайністю та сумою опадів і температурою повітря було встановлено кореляційний зв’язок з прямо та обернено пропорційною залежністю. Встановлено пряму пропорційну залежність між сумою опадів у травні та урожайністю кукурудзи за плоскорізного обробітку r=0,551 та чизельного розпушування r=0,576, тобто зі зростанням суми опадів у травні відбувалося зростання урожайності зерна кукурудзи. Впродовж червня–липня зв’язок був позитивним, але низьким (r=0,092…–0,300) за усіх способів основного обробітку ґрунту. Впродовж серпня–вересня кореляційний зв’язок був слабким – r=0,026…–0,185 і не мав вирішального значення у реалізації потенціалу культури (табл. 2).

Таблиця 2 – **Кореляційний зв’язок (r) урожайності з сумою опадів та температурою повітря за різних способів основного обробітку ґрунту**

Елемент погоди	Місяць вегетації	Спосіб основного обробітку ґрунту			
		Оранка на 28–30 см (контроль)	Плоскорізне розпушування на 28–30 см	Чизельне розпушування на 43–45 см	Дискування на 10–12 см
Опади	травень	0,496	0,551	0,576	0,467
	червень	0,203	0,234	0,183	0,300
	липень	0,173	0,173	0,092	0,070
	серпень	-0,026	-0,081	-0,185	-0,033
	вересень	-0,093	-0,075	-0,109	-0,118
Температура повітря	травень	-0,245	-0,370	-0,452	-0,347
	червень	-0,317	-0,389	-0,315	-0,407
	липень	-0,524	-0,439	-0,450	-0,522
	серпень	-0,346	-0,323	-0,432	-0,519
	вересень	-0,250	-0,276	-0,137	-0,177

Несприятливі гідротермічні умови, що відображаються у зростанні середньодобової температури повітря та дефіциті опадів негативно позначаються на формуванні продуктивності кукурудзи, про що свідчить коефіцієнт парної кореляції. Впродовж травня–червня за окремих способів основного обробітку ґрунту коефіцієнти кореляції вказують на незначну обернену за-

лежність r=–0,245…–0,407, тоді як в липні рівень залежності був середній r=–0,439…–0,524 (табл. 2).

Кореляційний зв'язок між урожайністю кукурудзи та гідротермічним коефіцієнтом в оптимальні роки за ГТК мав низьку обернену залежність (r=–0,224…–0,321), незалежно від способу основного обробітку. В несприятливі роки за ГТК отримали тісну обернену залежність (r=–0,830…–0,927) за плоскорізного розпушування і оранки, та середню обернену залежність (r=–0,570…–0,665) за чизельного розпушування і дискування (табл. 3).

Таблиця 3 – **Кореляційний зв'язок урожайності кукурудзи з ГТК за оптимальних та несприятливих погодних умов**

Погодні умови	Спосіб основного обробітку ґрунту			
	Оранка на 28–30 см (контроль)	Плоскорізне розпушування на 28–30 см	Чизельне розпушування на 43–45 см	Дискування на 10–12 см
Оптимальні за ГТК	-0,321	-0,224	-0,250	-0,320
Несприятливі за ГТК	-0,927	-0,830	-0,570	-0,665

На основі проведених математично-статистичних розрахунків щодо типовості гідротермічних умов (K_i) за рівнем опадів і температурою повітря, встановлено, що умови в розрізі 2005–2016 рр. істотно відрізняються від багаторічних умов за останні 50 років. Відбувається збільшення суми активних температур повітря (+10 ^oC) за вегетацію кукурудзи в зоні Правобережного Лісостепу, що особливо відрізняються за останні п'ять років, дозволяють розширити асортимент гібридів для сівби з вищим числом ФАО, які є більш продуктивними.

Висновки. Проведений математично-статистичних аналіз дозволяє охарактеризувати особливості та типовість погодних умов 2005–2016 рр., оцінити вплив гідротермічних років та окремих місяців на продуктивність рослин кукурудзи. Особливості динаміки опадів за вегетаційний період кукурудзи свідчить про певні її зміни у часі з тенденцією до підвищення їх кількості у травні–червні та істотного зниження у липні–серпні. Особливо різко зміни кількості опадів проявились у 2011–2015 рр., що дає підстави константувати їх нетиповість. Зміни температури повітря свідчать про зміни клімату зони Правобережного Лісостепу в сторону посушливості.

Оптимальними за гідротермічними показниками для одержання урожаю кукурудзи на рівні 5,83–9,47 т/га виявились умови восьми років – 2006–2008, 2011–2014 і 2016 рр., коли ГТК за вегетацію становив 1,13–1,76. Несприятливими були 2005, 2009–2010 і 2015 рр. з нижчою на 120 мм, або 36 % порівняно з нормою. Особливістю цих років є нижчий на 37–61 % рівень опадів у червні–липні, з урожайністю зерна 3,12–6,51 т/га.

Встановлено, що між гідротермічними умовами в липні та урожайністю існують такі кореляційні зв'язки: тісний за дискування на 10–12 см (r=0,75–0,86), середній – за оранки та чизельного розпушування (r=0,49–0,53), який забезпечував вищу на 6–8 % продуктивність кукурудзи.

У зв'язку з гідротермічними змінами, які відбуваються в зоні Лісостепу, постає питання зміни підходів оцінювання типовості гідротермічних умов, особливо за глобальних змін клімату. Очевидно, що за тривалого проведення експериментів середню багаторічну норму доречно розраховувати за менший проміжок часу, наприклад за останні 15–20 років, які на нашу думку в більшій мірі будуть відображати тенденцію змін, що відбуваються, та характеризувати умови, за яких формується продуктивність культури.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Золотов В.И. Устойчивость кукурузы к засухе – основы биологии, экологии и сортовой агротехники. Днепропетровск: Новая идеология, 2010. 274 с.

2. Adamenko T. Agricultural drought monitoring in Ukraine: Presentation during EvIDENz Workshop 2017. Ukrainian Hydrometeorological Centre.

3. Adamenko T., Prokopenko A. Monitoring Droughts and Impacts on Crop Yields in Ukraine from Weather and Satellite Data. In Use of Satellite and In-Situ Data to Improve Sustainability, Felix Kogan, and others, eds. 2011. URL: https://link.springer.com/content/pdf/bfm%3A978-90-481-9618-0%2F1.pdf

4. Аксьонов О.О. Екологічні особливості факторів екології Києва. Вісник НАУ. 2008. № 4. С. 93–95.

5. Шпаар Д. та ін. Кукурудза. Вирощування, збирання, консервування і використання. Київ: Альфа-стевія ЛТД, 2009. 396 с.

6. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Костогриз П.В., Опришко В.П. Основи наукових досліджень в агрономії. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К»», 2014. 332 с.

7. Bozhko L.Yu., Barsukov O.A., Adamenko T.I. Agrometeorological conditions of the corn crop in Ukraine. Mizhvid. Science. Coll. Ukraine meteorology, climatology and hydrology. Odessa, 2005. 49. P. 285–294. URL: https://graintrade.com.ua/en/novosti/agrometeorologichni-umovi-v-ukraini-ne-spriyayut-rozvitku-zernovih-kultur.html

8. Ліпінський В.М. Глобальна зміна клімату та її відгук в динаміці клімату України. Інвестиції та зміна клімату: можливості для України: міжнар. конф. Київ, 10–11 липня. 2002.

9. Манько, Ю.П. Методика оцінки адекватності явищ і технологій у землеробстві. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2007. Вип. 9. С. 26–31.

10. Шевченко О., Власюк О., Ставчук І., Ваколюк М. Оцінка вразливості до змін клімату: Україна. Кліматичний форум східного партнерства (КФСП) та Робоча група громадських організацій зі зміни клімату (РГ НУО ЗК). 2014. 74 с.

11. Підвищення стійкості до змін клімату сільськогосподарського сектору Півдня України. Сентендре, Угорщина Жовтень 2015. Регіональний Екологічний Центр для Центральної та Східної Європи надруковано в Угорщині компанією Typonova. 76 с.

12. Ukraine Corn: Harvest Reports Cite Record Production. Foreign Agricultural Service. USDA 4 December 2018. Office of Global Analysis. URL: https://ipad.fas.usda.gov/

13. UkrStat. Statistical yearbook of Kiev oblast. Ukrainian State Statistics. 2018. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/

14. Váňová M. Palík S., Hajšlová J., Burešová I. Grain quality and yield spring barley in fields trials under variable growing conditions. Plant soil environ. 2006. 52. P. 211–219.

15. Higgins J. The Correlation Coefficient. 2005. URL: http://www.biddle.com/documents/bcg_comp_chapter2.pdf

16. Core Writing Team, Pachauri R.K., Meyer L.A. IPCC. 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, Switzerland: IPCC, 2014. 151 p.

17. Crop Explorer – Commodity Intelligence Reports – Ukraine, Moldova and Belarus. URL: https://ipad.fas.usda.gov

18. Tack J., Barkley A., Nalley L.L. Effect of warming temperatures on US wheat yields. Proceedings of the National Academy of Sciences. 2015. 112 (22). P. 6931–36.

19. Nikolayeva L., Denisov N., Novikov V. «Climate change in Eastern Europe: Belarus, Moldova, Ukraine» in Climate change in Eastern Europe: Belarus, Moldova, Ukraine, 60. Environment and Security Initiative (ENVSEC), Zoi Environment Network (ZOI). 2012.

20. Lobell D.B., Burke M.B. On the use of statistical models to predict crop yield responses to climate change. Agricultural and Forest Meteorology. 2010. 150 (11). P. 1443–52.

21. Devitt P., Polityuk P. Russia and ukraine face lower grain crops in 2018 due to dry weather. 23 May 2018. URL: https://www.agriculture.com/markets/newswire/russia-and-ukraine-face-lower-grain-crops-in-2018-due-to-dry-weather

REFERENCES

1. Zolotov, V. Y. (2010). Ustojchivost' kukuruzy k zasuhe – osnovy biologii, jekologii i sortovoj agrotehniki [Stability maize to drought – the basics of biology, ecology and quality agrotechnics]. Dnepropetrovsk, New ideology, 274 p.

2. Adamenko, T. Agricultural drought monitoring in Ukraine: Presentation during EvIDENz Workshop 2017. Ukrainian Hydrometeorological Centre.

3. Adamenko, T., Prokopenko, A. (2011). Monitoring Droughts and Impacts on Crop Yields in Ukraine from Weather and Satellite Data. In Use of Satellite and In-Situ Data to Improve Sustainability, Felix Kogan, and others, eds. Avialable at: https://link.springer.com/content/pdf/bfm%3A978-90-481-9618-0%2F1.pdf

4. Aksonov, O.O. (2008). Ekolohichni osoblyvosti faktoriv ekolohii Kyieva [Environmental features of environmental factors of Kiev]. Visnyk NAU [Bulletin of NAU], no. 4, pp. 93–95.

5. Shpaar, D. Hinap K., Dreher D., Zakharchenko A., Kalens'ka S. (2009). Kukurudza. Vyroshhuvannja, zbyrannja, konservuvannja i vykorystannja [Maize. Growing, harvesting, preserving and using. Corn. Growing, harvesting, conservation and use]. Kyiv, Alfa-steviya, 396 p.

6. Yeshchenko, V.O., Kopytko, P.H., Kostohryz, P.V., Opryshko, V.P. (2014). Osnovy naukovyh doslidzhen' v agronomii' [Basic research in agronomy]. Vinnytsia, PP «TD «Edelveis i K», 332 p.

7. Bozhko, L.Yu., Barsukov, O.A., Adamenko, T.I. (2005). Agrometeorological conditions of the corn crop in Ukraine. Mizhvid. Science. Coll. Ukraine meteorology, climatology and hydrology. Odessa, no. 49, pp. 285–294. Available at: https://graintrade.com.ua/en/novosti/agrometeorologichni-umovi-v-ukraini-ne-spriyayut-rozvitku-zernovih-kultur.html

8. Lipinskyi, V.M. Hlobalna zmina klimatu ta yii vidhuk v dynamitsi klimatu Ukrainy [Global climate change and its response to Ukraine's climate change]. Investytsii ta zmina klimatu: mozhlyvosti dlia Ukrainy: Mizhnar. konf. [Investments and Climate Change: opportunities for Ukraine: Intern. conf.]. Kyiv, July 10–11, 2002.

9. Manko, Iu.P. (2007). Metodyka ocinky adekvatnosti javyshh i tehnologij u zemlerobstvi [Methods of assessing the adequacy of phenomena and technologies in agriculture]. Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv [Scientific works of the Institute of Bioenergetic Cultures and Sugar Beet], Vol. 9, pp. 26–31.

10. Shevchenko, O., Vlasiuk, O., Stavchuk, I., Vakoliuk, M. (2014). Otsinka vrazlyvosti do zmin klimatu: Ukraina [Assessment of vulnerability to climate change: Ukraine]. Klimatychnyi forum skhidnoho partnerstva (KFSP) ta Robocha hrupa hromadskykh orhanizatsii zi zminy klimatu (RH NUO ZK) [Eastern Partnership Climatic Forum (KFSP) and Working Group on Civic Organizations on Climate Change (WG NGO ZK)], 74 p.

11. Pidvyshchennia stiikosti do zmin klimatu silskohospodarskoho sektoru Pivdnia Ukrainy. Sentendre, Uhorshchyna Zhovten 2015 [Increasing the resilience to climate change in the agricultural sector of the South of Ukraine. Szentendre, Hungary October 2015]. Rehionalnyi Ekolohichnyi Tsentr dlia Tsentralnoi ta Skhidnoi Yevropy nadrukovano v Uhorshchyni

kompaniieiu Typonova [The Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe was published in Hungary by Typonova], 76 p.

12. Ukraine Corn: Harvest Reports Cite Record Production. Foreign Agricultural Service. USDA 4 December 2018. Office of Global Analysis. Avialable at: https://ipad.fas.usda.gov/

13. UkrStat. Statistical yearbook of Kiev oblast. Ukrainian State Statistics. 2018. Avialable at: http://www.ukrstat.gov.ua/

14. Váňová, M. Palík, S., Hajšlová, J., Burešová, I. (2006). Grain quality and yield spring barley in fields trials under variable growing conditions. Plant soil environ. 52, pp. 211–219.

15. Higgins, J. (2005). The Correlation Coefficient. Avialable at: http://www.biddle.com/documents/bcg_comp_chapter2.pdf

16. Core Writing Team, Pachauri, R.K., Meyer, L.A. (2014). IPCC. 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, Switzerland, IPCC, 151 p.

17. Crop Explorer – Commodity Intelligence Reports – Ukraine, Moldova and Belarus. Avialable at: https://ipad.fas.usda.gov

18. Tack, J., Barkley, A., Nalley, L.L. (2015). Effect of warming temperatures on US wheat yields. Proceedings of the National Academy of Sciences. 112 (22), pp. 6931–6936.

19. Nikolayeva, L., Denisov, N., Novikov, V. (2012). «Climate change in Eastern Europe: Belarus, Moldova, Ukraine» in Climate change in Eastern Europe: Belarus, Moldova, Ukraine, 60. Environment and Security Initiative (ENVSEC), Zoi Environment Network (ZOI).

20. Lobell, D.B., Burke, M.B. (2010). On the use of statistical models to predict crop yield responses to climate change. Agricultural and Forest Meteorology. 150 (11), pp. 1443–1452.

21. Devitt, P., Polityuk, P. (2018). Russia and Ukraine face lower grain crops in 2018 due to dry weather. 23 May 2018. Avialable at: https://www.agriculture.com/markets/newswire/russia-and-ukraine-face-lower-grain-crops-in-2018-due-to-dry-weather

Типичность гидротермических условий зоны Правобережной Лесостепи и их влияние на продуктивность кукурузы

Малиенко А.М., Борис Н.Е.

Цель. На основе проведенного анализа было установлено влияние способа основной обработки почвы и динамических изменений гидротермических условий в течение вегетационного периода на продуктивность кукурузы. Изучено и детально проанализировано гидротермические условия Украины в течение последних десятилетий, что позволяет очертить тенденцию как роста, так и существенного снижения осадков.

Материал и методы исследования. Типичность гидротермических условий (ГТК) определяли по сумме осадков и среднесуточной температуре воздуха за определенный период вегетации культуры, таким образом формировали вариационный ряд данных, который подвергали анализу.

Результаты исследования. Установлено положительное действие глубокого чизельного рыхления почвы на 43–45 см на продуктивность кукурузы с рекордной урожайностью зерна среди других способов основной обработки почвы – 9,47 т/га. Это свидетельствует о существенной эффективности такого рыхления серой лесной почвы легкого гранулометрического состава, характерной особенностью которой является малопрочная структура с низкой водостойкостью агрегатов и низким уровнем плодородия.

Обсуждения. Анализ типичности и изменчивости гидротермических условий, позволяет очертить тенденцию как роста, так и существенного снижения осадков. В годы с неблагоприятным ГТК в течение июня-сентября наблюдали снижение осадков на 25–36 мм, а $К_с$ находился в диапазоне от существенно к экстремально пониженного влияния (–1,13...–3,71). В годы с оптимальными условиями по ГТК установлена тенденция к повышению месячной суммы осадков в мае, июне и сентябре на 22, 16 и 21 мм соответственно, и снижение месячной суммы осадков в июле и августе на 23 и 14 мм.

Выводы. В течение 2005–2016 гг. наблюдали неоднородность и нетипичность распределения осадков, а также повышение температуры воздуха как по месяцам, так и в целом за вегетационный период. Проанализировав гидротермические условия и их изменения, которые происходят за 12-летний период, можно констатировать о достаточном уровне обеспечения осадками в мае-июне и их дефицит в течение июля-августа, что и подтвердилось при анализе влияния этих факторов на продуктивность культуры.

Ключевые слова: гидротермические условия, гидротермический коэффициент (ГТК), вегетационный период, производительность кукурузы.

Typical hydrothermal conditions of the Right-bank Forest-step zone and their influence on corn productivity

Malienko A., Borys N.

Corn is a highly productive crop of universal purpose, which is grown for food – 20–25 %, forage – 60–65 and technical purposes – 15–20 %. Increasing its yield is possible due to the improvement of the elements of the technology of cultivation taking into account biological characteristics. The growth and development of corn, the production of high yields, as well as the improvement of the quality of the main products are determined by factors of anthropogenic origin and weather conditions. Hydrothermal conditions of Ukraine have already begun to change significantly during the last decades, which resulted in a shift in the climatic seasons, changes in the vegetation period duration (depending on the zone and the biological features of the crops it can either decrease or expand), the decrease in the duration of a stable snow cover, changes in water resources of local drainage.

The period 2005–2016 was analyzed for the reliable estimation of the typicality of weather conditions and their influence on the corn productivity under the following basic cultivation methods: ploughing at the depth of 28–30 cm (control), flat-cut tilling at the depth of 28–30 cm, chisel ploughing at the depth of 43–45 cm and disking at the depth of 10–12 cm.

The dynamics of precipitation in the northern part of the Right Bank Forest Steppe during the corn vegetation period for the last 2005–2016 testifies to the noticeable tendency of increasing the amount of precipitation in May-June and their sharp decrease in July-August. It was determined that the conditions for eight years – 2006–2008, 2011–2014 and 2016 were optimal for their hydrothermal indices for the production of corn yields at the level of 5.83–9.47 t/ha. The hydrothermal coefficient for vegetation was 1.13–1.76.

Weather conditions were unfavorable in 2005, 2009–2010, and 2015 with the amount of precipitation for vegetation of 120–288 mm, which is below the long-term amount by 120 mm, or 36 %. The peculiarity of these years was 37–61 % lower precipitation level in June–July with the grain yield of 3.12–6.51 t/ha. The mathematical-statistical analysis allows to characterize features and typicality of weather conditions of 2005–2016 and to estimate the influence of hydrothermal years and separate months on corn crops productivity. It has been established that there is the following correlation between weather conditions in July and the yield of corn: high correlation for disk soil cultivation (r=0.75–0.86), the average – for ploughing and chyzel loosening (r=0.49–0.53). Thus, the formation of a deep layer of soil with the best water–physical characteristics and fertility in these cultivation modes reduced the dependence of the elements of yield formation from the adverse weather conditions and provided a higher yield of corn by 6.0–8.0 %.

Key words: hydrothermal conditions, hydrothermal coefficient (HTC), vegetation period, corn yield.

Надійшла 16.04.2019 р.