УДК 631.436:633.15
А. М. МАЛІЄНКО, доктор сільськогосподарських наук
Н. Є. БОРИС, аспірант
ННЦ «Інститут землеробства НААН»
вул. Машинобудівників, 2Б, смт Чабани Києво-Святошинського р-ну Київської обл., 08163, e-mail: agrokaktys@mail.ru

ТЕМПЕРАТУРНИЙ РЕЖИМ ҐРУНТУ У ПОСІВАХ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД РОЗТАШУВАННЯ НАСІННЯ У ПОСІВНОМУ ЛОЖІ

Наведено результати дослідження впливу розташування насінння у посівному ложі на формування температурного режиму ґрунту за умов Правобережного Лісостепу. Регулювання температурного режиму посівного шару обумовлено мікрорельєфом поверхні та розташуванням посівного матеріалу на частині гребеня, що більше прогрівається. Встановлено, що спосіб сівби кукурудзи, який забезпечує розташування насіння в основі гребеня на його південній частині, поліпшує температурний режим ґрунту посівного шару, сходи з'являються на 3–4 доби раніше порівняно із традиційним способом сівби на рівній поверхні, що обумовлено кращим прогріванням верхнього (0–10 см) шару ґрунту. Проаналізовано

© Малієнко А. М., Борис Н. Є., 2016
Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2016. Вип. 59.

отримані експериментальні дані впливу розташування насіння у посівному ложі та умов вегетаційного періоду на індивідуальну продуктивність рослин кукурудзи.

Ключові слова: *температурний режим ґрунту, теплообмін, коефіцієнт нагрівання, сірий лісовий ґрунт, кукурудза на зерно, спосіб сівби, гребеневий спосіб сівби, індивідуальна продуктивність рослини.*

Вступ. Світова потреба зерна кукурудзи не повністю відповідає запитам, адже вона постійно та невпинно зростає. Водночас не усі країни світу можуть збільшувати валовий збір унаслідок інтенсивного чи екстенсивного виробництва. Як відомо, частину цієї потреби можливо задовольнити генетично-селекційним методом, проте проблема землеробства та технології вирощування займає чільне місце у розв'язанні цього завдання [10].

За статистичними даними Держкомстату України, за 2009–2013 рр. посівна площа цієї культури щорічно невпинно зростає. Так, у 2009, 2010, 2011, 2012 і 2013 рр. вона відповідно становила: 2,14 млн га (14 % від загальної площі основних сільськогосподарських культур), 2,65 млн га (18 %), 3,54 млн га (23 %), 4,62 млн га (29,9). Урожайність за останні роки в Україні зросла із 3,24 (2001) до 6,40 (2013) т/га, проте вона нижча, ніж у світових виробників, зокрема США (9,59–10,34 т/га) та Франції (8,81–9,44 т/га).

Станом на 2015 р. Україна входила до трійки світових експортерів зерна кукурудзи, забезпечуючи вже на початку 2015 р. обсяг 13 млн т. За підрахунками фахівців, внутрішня потреба на 2016 р. становитиме близько 9,2 млн т, із них 7,4 млн т – на корм, 160 тис. т – продовольство та переробка насіння, 750 тис. т – промислові потреби. Близько 15 % світового виробництва кукурудзи використовували на виробництво етанолу.

Одним із чинників формування продуктивності цієї культури є температурний режим ґрунту, він залежить від теплоємності, теплопровідності та температуропровідності [3, 6–8]. Кількість тепла, потрібна для нагрівання 1 $см^3$ ґрунту на 1 ^{0}С, є його теплоємністю, а здатність ґрунту проводити тепло, яке проходить за 1 секунду через поперечний переріз 1 $см^3$ ґрунту на відстань 1 см, є його теплопровідністю. Явище температуропровідності, здатність збільшувати або зменшувати температуру під дією тепла, яке проходить через ґрунтову товщу, формує тепловий баланс ґрунту, який залежить від його вологості, забарвлення, а також від енергії сонячного опромінення [9].

На формування ґрунтового клімату в основному мають вплив: атмосферний клімат, тип ґрунту, рослинний покрив, діяльність людини, землеробство, форма рельєфу і експозиція схилу [3, 6].

Клімат ґрунту є важливою складовою частиною фізико-географічного середовища, першочерговим фактором, що безпосередньо чинить вплив на продуктивність сільськогосподарських культур, ріст на початкових стадіях, який в подальшому відіграє основну роль у формуванні урожайності рослин [4, 5, 7].

Розвиток рослин, особливо на ранніх етапах (проростання насіння), визначається тепловими властивостями ґрунту і можливістю їх регулювання в сприятливому для культурних рослин напрямі [6, 8].

Кукурудза є теплолюбною рослиною, її насіння проростає за температури посівного шару 8–10 ^{0}С, із підвищенням температури енергія проростання різко підвищується. Так, за температури 15 ^{0}С сходи з'являються на 8–12 добу після сівби, а за температури 21 ^{0}С – на 5–6 добу [3, 8].

У рослин кукурудзи оптимальні умови для росту та розвитку складаються за температури ґрунту від 20 до 28 ^{0}С. Враховуючи біологічні особливості кукурудзи як теплолюбної культури, температура ґрунтового середовища впливає на ріст та накопичення маси урожаю надземних частин рослини [4, 7].

За попередніми дослідженнями А. М. Малієнка встановлено, що за умови створення гребенів поліпшується поглинання теплової енергії внаслідок перерозподілу її по площі. За таких умов ґрунтового середовища поліпшуються процеси проростання насіння кукурудзи, інтенсивніше розвивається її коренева система та скорочується тривалість міжфазових періодів [6].

Мета дослідження – поліпшити температурний режим ґрунту у стартовий період росту та розвитку рослин; оцінити вплив технології на розвиток і продуктивність кукурудзи на зерно за умов Правобережного Лісостепу.

Матеріали і методи. Дослідження проводили у модельному польовому досліді впродовж 2014–2015 рр. на базі відділу обробітку ґрунту та боротьби з бур'янами ННЦ «Інститут землеробства НААН».

Обробіток ґрунту під кукурудзу передбачав проведення зяблевої оранки ПН 3-35 трактором МТЗ-82 на глибину 25–27 см у першій декаді квітня та фрезування ґрунту ВКФ-2,8 на 8–10 см.

Ґрунт – сірий лісовий крупнопилувато-легкосуглинковий, вміст гумусу в орному шарі – 1,26–1,28 %. Удобрення включало внесення мінеральних добрив – $N_{120}P_{80}K_{80}$ на фоні загортання побічної продукції попередника (солома пшениці озимої) – 6,0 т/га.

Контроль забур'яненості посіву передбачав застосування до сходів культури ґрунтового гербіциду Люмакс (3,5–4,0 л/га) – I декада травня і після сходів бакової суміші Мілагро 040 SC к. с., 1,5 л/га + Прима SE с. е., 0,6 л/га – III декада травня.

Висівали ранньостиглий трилінійний гібрид Смотрич МВ у третій декаді квітня із розрахунку 8 шт./м^2 із шириною міжряддя 70 см. Посівна площа ділянки - 125 м^2, облікової – 100 м^2, повторення п'ятиразове, їх розміщення у досліді рендомізоване.

Варіанти досліду: 1) традиційний спосіб сівби (контроль), гребенева технологія сівби із локалізацією насіння на північній (вар. 2) та південній (вар. 3) частинах гребеня.

Температуру ґрунту вимірювали на глибині 5; 10 та 20 см приладом, розробленим у відділі науково-технічного забезпечення виробництва біоенергетичних культур та овочів ННЦ «ІМЕСГ НААН». Вимірювання виконували цілодобово від сівби до повних сходів рослин із інтервалом заміру 50 хв. Середньодобову і декадну температуру повітря та кількість опадів впродовж вегетації фіксували у метеопункті «Чабани».

Облік урожайності, індивідуальних її складових (висоти прикріплення, діаметра і довжини початку, маси зерна з одного початку і маси 1000 насінин, вологості зерна) на час збирання врожаю виконано згідно з методичними рекомендаціями [8]. Експериментальні дані обробляли за допомогою математичного та статистичного аналізу.

Результати та обговорення. За результатами польових спостережень впродовж 2014–2015 рр. встановлено, що гребенева технологія обумовлює зміни теплового режиму ґрунту [1]. Вони пов'язані із кращим прогріванням верхнього посівного шару ґрунту за рахунок перерозподілу по площі сонячної енергії залежно від кута падіння променів до поверхні ґрунту. Позитивний вплив гребеневої сівби встановлено за вегетації 2014 р., що було спричинено прохолодними та перезволоженими умовами травня. Перша декада цього місяця була прохолодна, середньодобова температура повітря була нижчою від норми на 1,5 ^{0}С, мінімальна в окремі дні декади становила 1–4 ^{0}С, а в середньому за декаду 7 ^{0}С. Кількість опадів за цей період була на 34 % вищою за норму. У другій декаді травня випала найбільша кількість опадів за період вегетації (720 % до норми). За місяць опади відзначено впродовж 14 діб, тобто майже половини місяця, їх сума становила 167 мм, що більше від середньомісячної норми на 323 %. Сума опадів за вегетацію у 2014 р. становила 315 мм, сума активних температур – 2894 ^{0}С. ГТК – 1,09 (рис. 1).

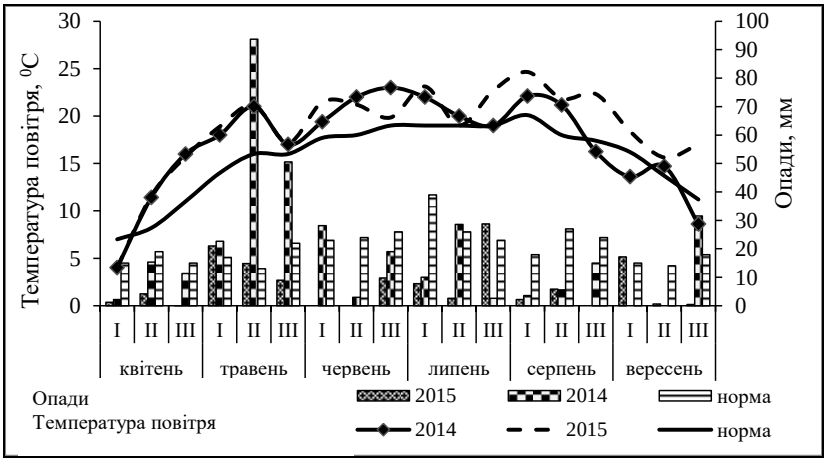


Рис. 1. Погодні умови під час вегетації рослин кукурудзи (2014–2015 рр.)

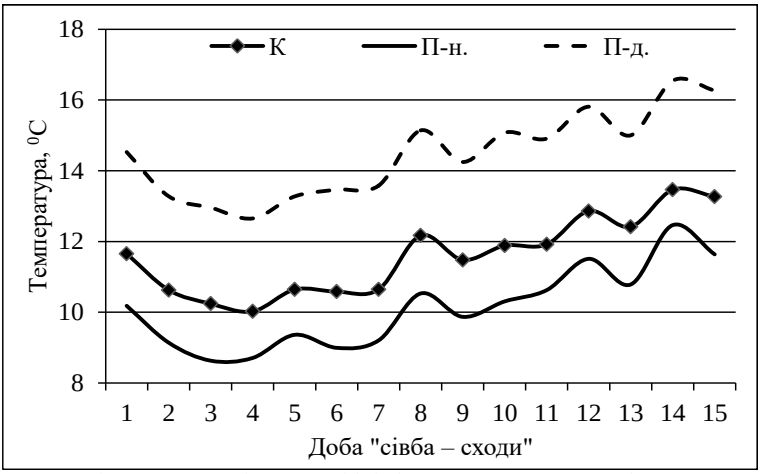
У 2015 р. період вегетації рослин кукурудзи був нетиповим. Впродовж інтенсивного росту та розвитку рослин кількість опадів за травень – серпень становила 96 мм. Зокрема у фази розвитку із 3 до 8 листка та від початку викидання волоті і до цвітіння качана опади становили 30 мм (33 % від загальної кількості). Дефіцит вологи становив 186 мм від середньої багаторічної норми. Отже, висока температура та знижена вологість повітря, що супроводжує тривалі періоди без дощу, створюють умови для виникнення атмосферної та ґрунтової посухи, тривалість яких становила 39 діб (I–II декади червня та II–III декади серпня), що не дозволило повноцінно реалізувати потенціал культури. Протягом 50 діб вегетаційного періоду кількість опадів становила 32 мм (III декада травня та червня, I–II декади червня та I декада серпня). Максимальною кількість опадів була у III декаді липня, що становило 29 мм (рис. 1).

Температура посівного ложа в період «сівба – сходи» на південній частині гребеня була вищою на 3,0 та 3,6 ^{0}С відповідно до контролю та північної частини гребеня. За 14 діб від сівби до отримання повних сходів різниця за традиційної технології сівби та гребеневої (розташування насіння на південній частині) сягала від 2,6 до 5 ^{0}С (рис. 2).

Тривалість періоду від сівби до повних сходів у 2014 р. за звичайної рядкової сівби становила 9 діб, тоді ж, як за розташування насіння на південній частині гребеня – на 2 доби менше. За

прохолодних весняних умов, недостатньої освітленості та низької температури посівного ложа сходи за розташування насіння на північній частині гребеня отримали найпізніше, через 2 та 4 доби відповідно до контролю та розташування насіння на південній частині гребеня. У 2015 р. простежувалася залежність щодо періоду отримання сходів та температури посівного шару ґрунту. Різниця у строках появи сходів становила 3 доби. Температура ґрунту на південній частині гребеня в період «сівба – сходи» була вищою на 2,4 та 2,9 ^{0}С від контролю та розташування насіння на північній частині гребеня (рис. 2).

Так чітко виражена за роками різниця у тепловому режимі кореневмісного шару пояснюється сумою температур посівного шару ґрунту. Диференціація температури посівного шару ґрунту між варіантами із розташуванням насіння на північній та південній частині більша, ніж за південної та традиційної технології вирощування. Різниця у температурі насіннєвого ложа простежувалася з моменту формування гребеня і до змикання листя у рядку. Максимальна різниця за умов сівба - сходи 2015 р. між температурою ґрунту була на початку розвитку рослин (4 ^{0}С), із прогріванням та переходом до вищих температур повітря різниця у температурі посівного шару між варіантами скоротилася до 1,8 ^{0}С (рис. 2).



Примітка: К – традиційний спосіб сівби (контроль); П.-н. – гребенева технологія сівби із локалізацією насіння на північній частині гребеня; П.-д. – гребенева технологія сівби із локалізацією насіння на південій частині гребеня.

Рис. 2. Середньодобова температура ґрунту посівного ложа від сівби до сходів (на глибині 0–5 см), ^{0}С

Лінійний ріст рослин кукурудзи в період вегетації залежить від умов середовища, зокрема температурного режиму ґрунту, а також умов живлення, водно-фізичних властивостей та особливостей гібрида [5, 8].

Різниця між показниками висоти рослин у варіантах досліду спостерігалася вже у початкові фази, зокрема отримання сходів, і зберігалася до цвітіння волоті. В фазі 2–3 листків висота рослин на південній частині гребеня була більшою на 3–4 см залежно від умов року. В період інтенсивного росту висота рослин за розташування насіння на південній частині гребеня була більшою на 13–20 см ніж на контролі залежно від фази розвитку. Найнижчі рослини були на північній частині гребеня: на час цвітіння вони були на рівні контролю та нижчі на 17 см від рослин на південній частині гребеня (табл. 1).

1. Вплив мікрорельєфу поверхні ґрунту на висоту рослин кукурудзи, см

Варіант досліду	Рік	Фаза розвитку					
		2–3 листки	4–5 листків	5–6 листків	8–9 листків	12–13 листків	цвітіння волоті
К	2014	15	31	58	92	124	192
	2015	12	33	52	90	91	127
П.-н.	2014	14	26	47	90	120	188
	2015	8	25	51	86	97	130
П.-д.	2014	19	41	68	119	131	207
	2015	15	40	63	100	109	147
$НІР_{0,05}$	2014	0,48	0,62	2,59	6,79	1,51	5,97
	2015	1,74	2,85	1,96	5,88	4,75	6,07

Примітка: К – традиційний спосіб сівби (контроль); П.-н. – гребенева технологія сівби із локалізацією насіння на північній частині гребеня; П.-д. – гребенева технологія сівби із локалізацією насіння на південій частині гребеня.

За умов 2014 р. за достатнього рівня забезпечення вологою та сприятливих температурних умов періоду вегетації рослини кукурудзи досягали висоти на час цвітіння волоті 192 см на контролі та 207 см із розташуванням насіння на південній частині гребеня. За умов 2015 р. рослини були нижчі в усіх варіантах у середньому на 61 см. Така різниця була обумовлена недостатнім рівнем зволоження, ґрунтовою та повітряною посухою (табл. 1).

У період вегетації рослин кукурудзи здійснювали обліки індивідуальної продуктивності, вони залежали від технології вирощування та погодних умов вегетації рослин.

Обрахунок господарсько цінних качанів та їх лінійні розміри (довжина качана) свідчать, що вплив технології вирощування із локалізацією насіння на південній частині гребеня відповідно був у межах 7–8 % порівняно із традиційною технологією вирощування та гребеневою із локалізацією насіння на північній частині гребеня. На варіанті з локалізацією насіння на північній частині гребеня з одного початку кількість зерен була більшою порівняно із традиційною технологією залежно від року, але маса 1000 насінин була меншою на 6–7 %. Насіння на вигляд було дрібнуватим та невиповненим. Такі показники, як висота прикріплення початку та кількість зерен у початку не залежали від технології вирощування, що, на нашу думку, є генетичною ознакою гібрида (табл. 2).

Вологість зерна кукурудзи при збиранні зростала від 22 до 26 %. Найнижчою протягом двох років вона була за локалізації насіння на південній частині гребеня (22 %). В середньому за 2014–2015 рр. найвища вологість зерна була за локалізації насіння на північній частині гребеня, що вище від контролю та локалізації насіння у південній частині гребеня на 1–4 % (табл. 2).

Розташування насіння кукурудзи на схилах гребеня впливало на врожайність культури. За умов 2014 р. рослини кукурудзи формували урожайність на рівні 8,4 т/га. При цьому за гребеневого способу сівби із локалізацією насіннєвого матеріалу на південній частині рівень урожайності був вищим на 16 та 19 % ніж на контролі та північній частині гребеня. Продуктивність кукурудзи становила в середньому 11,3 т/га кормових та 8,4 т/га зернових одиниць (табл. 2).

2. Індивідуальна продуктивність та урожайність кукурудзи на зерно залежно від способу сівби, т/га

Варіант	Початок				Маса, г		Кількість зерен у качані, %	Вологість зерна, %	Урожайність, т/га
	кількість на одному стеблі, шт.	довжина, см	висота прикріплення, см	кількість зерен, шт.	зерна з 1 качана	1000 насінин			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2014 р.									
К	1,12	20,9	109	452	119	261	81	26	8,17
П.-н.	1,19	18,8	108	462	116	254	81	28	7,69
П.-д.	1,27	22,1	114	470	139	279	82	25	9,47
$НІР_{0,05}$	0,05	1,92	2,60	12,0	10,8	9,44	-	1,36	0,54
2015 р.									

К	1,06	14,1	75	325	66	209	78	20	4,95
П.-н.	1,01	12,7	76	331	62	198	79	24	4,32
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
П.-д.	1,09	15,3	75	345	76	221	78	19	5,56
$НІР_{0,05}$	0,03	1,87	-	11,7	4,63	5,04	-	2,63	0,42
Середнє за 2014–2015 рр.									
К	1,09	17,5	92	389	93	235	80	23	6,56
П.-н.	1,10	15,7	92	397	89	226	80	26	6,01
П.-д.	1,18	18,7	95	408	108	250	80	22	7,52
$НІР_{0,05}$	0,04	1,90	2,60	11,9	7,72	7,24	-	2,00	0,48

Примітка: К – традиційний спосіб сівби (контроль); П.-н. – гребенева технологія сівби із локалізацією насіння на північній частині гребеня; П.-д. – гребенева технологія сівби із локалізацією насіння на південій частині гребеня.

Достатньо нетипові погодні умови 2015 р. для зони досліджень спричинили зниження урожайності основної продукції порівняно із 2014 р. в середньому у варіантах на 3,4 т/га, або близько 40 %. Тим не менше тенденція впливу гребеневої технології зберігалася. Найвищий рівень урожайності отримано за розташування насіння на південній частині гребеня (5,78 т/га), тоді як на контролі – 4,95 т/га. Продуктивність кукурудзи у середньому зменшилася на 4,6 та 3,4 т/га кормових та зернових одиниць.

Висновки. Температурний режим ґрунту у стартовий період розвитку кукурудзи за перші 15 діб після сівби має значний вплив на ріст і розвиток рослин впродовж усього періоду вегетації. За гребеневої технології із розташуванням насіння на південній частині гребеня у стартовий період росту встановлено краще прогрівання кореневмісного шару, а температура шару ґрунту 0–10 см була вищою у середньому за період „сівба - сходи” на 3–4 ^{0}С. Унаслідок змикання рядків доступ сонячної енергії зменшився порівняно із стартовим періодом. Сходи на південній частині гребеня з’являлися на 2–3 доби раніше. Вологість зерна кукурудзи під час збирання врожаю була у межах 22–26 %. Найнижчою вона була за локалізації насіння на південній частині гребеня (22 %).

Приріст врожаю від застосування гребеневої технології за розташування насіння на південній частині гребеня становив у середньому впродовж 2014–2015 рр. 14 %.

Список використаної літератури

1. Борис Н. Є. Вплив гребеневого способу сівби на температурний режим ґрунту і продуктивність кукурудзи на зерно / Н. Є. Борис // Матеріали науково-практичної конференції молодих

учених і спеціалістів «Інноваційні розробки молодих учених для конкурентоспроможного аграрного виробництва», Чабани, 10–12 листоп. 2015 р. – К. : Едельвейс, 2015. – С. 40–42.

2. Загинайлов А. В. Совершенствование технологии возделывания кукурузы в условиях Центрального района Нечерноземной зоны России : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. с.-х. наук : спец. 06.01.01 «Общее земледелие» / А. В. Загинайлов. – М., 2011. – 22 с.

3. Загинайлов А. В. Рост, развитие и продуктивность кукурузы при различных технологиях возделывания в Нечерноземной зоне России / А. В. Загинайлов, В. А. Шевченко // Плодородие. – 2011. – Вып. 2. – С. 14–16.

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

5. Князь О. В. Вплив гідротермічних умов на продуктивність гібридів кукурудзи у зв’язку із строками сівби / О. В. Князь // Вісник Білоцерківського державного аграрного ун-ту. – 2000. – Вип. 1. – С. 113–120.

6. Малієнко А. М. Наукові основи обробітку дерново-підзолистих супіщаних ґрунтів Полісся України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук : спец. 06.01.01 «Загальне землеробство» / А. М. Малієнко. – К., 1997. – 42 с.

7. Пащенко Ю. М. Адаптивні і ресурсозберігаючі технології вирощування гібридів кукурудзи / Ю. М. Пащенко, В. М. Борисов, О. Ю. Шишкіна. – Дніпропетровськ : Арт-прес, 2009. – 224 с.

8. Циков В. С. Состояние и перспективы развития системы обработки почвы (обзор – исследования – опыт) / В. С. Циков ; Институт зернового хозяйства УААН. – Днепропетровск : ЭНЭМ, 2008. – 186 с.

9. Чудновский А. Ф. Теплофизика почв / А. Ф. Чудновский. – М. : Наука, 1976. – 353 с.

10. Nafziger E. D. Corn planting date and plant population / E. D. Nafziger // Illinois Agronomy Handbook. – 2008. – Chapter 2. – P. 13–26.

Отримано 17.03.2016

Рецензент – доктор сільськогосподарських наук, професор Львівського НАУ, заслужений діяч науки і техніки України І. А. Шувар.