

ВПЛИВ ДИГЕСТАТУ НА ПЕРЕДЗБИРАЛЬНИЙ РІВЕНЬ ВОЛОГОСТІ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ

В. Д. Паламарчук, М. В. Скакун

Вінницький національний аграрний університет, вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, Україна, 21008

Вступ. Кукурудза була і залишається однією із основних зернофуражних культур, і зростання її урожайності можливе, перш за все, за рахунок оптимізації живлення рослин за рахунок використання добрив. **Метою досліджень** було встановити вплив застосування дигестату та кліматичних умов року на рівень передзбиральної вологості зерна гібридів кукурудзи. **Методи.** Польовий, лабораторний, лабораторно-польовий. Дослідження проводились протягом 2023–2024 рр. в умовах ТОВ «Органік-Д» на кафедрі рослинництва та садівництва Вінницького національного аграрного університету на гібридах кукурудзи різних груп стиглості: середньоранньої Амарос (ФАО 230), Р8754 (ФАО 240), Бізбіт (ФАО 290), Богатир (ФАО 290), середньостиглої – КВС 381 (ФАО 350), КВС Інтелегенс (ФАО 380), середньопізньої – ДН Анілаг (ФАО 420), Р 0217 (ФАО 460). **Результати.** Дигестат біогазових станцій отримували шляхом анаеробного зброджування свинячого гною протягом 14 діб. За хімічним складом, отриманий таким чином дигестат, характеризувався слаболужною реакцією (рН 7,5–8,2), наявністю макро-, мікроелементів, позитивним мікробіологічним складом. У системі удобрення застосовувалося мікродобриво Нановіт кукурудза яке містило у своєму складі такі макроелементи, як азот, фосфор, магній, сірку, мікроелементи: цинк і мідь та біологічно-активний комплекс «NANOACTIV». Нами встановлено, що рівень передзбиральної вологості залежав від кліматичних умов року. Зокрема, у середньому по досліді, рівень передзбиральної вологості зерна в 2023 р. становив – 26,05 %, а у 2024 р. за рахунок тривалого посушливого періоду, він знизився на 6,06 %, і складав – 19,9 %. Найбільшу вологість зерна відмічено у середньопізніх гібридів кукурудзи із ФАО 420–460 – 27,00–27,03 %, тоді як у групі середньоранніх гібридів із ФАО 230–240 вона була на 8,93–9,22 % нижчою і становила, у середньому за два роки – 17,78–18,10 %. Залежно від удобрення найвищий рівень вологості зерна виявлено у варіанті, який передбачав внесення дигестату в основне удобрення (60 т/га) + передпосівне дигестатом (60 т/га) + підживлення (60 т/га) – Амарос (ФАО 230) – 18,80 %, Р8754 (ФАО 240) – 20,05 %, Бізбіт (ФАО 290) – 24,40 %, Богатир (ФАО 290) – 25,15 %, КВС 381 (ФАО 350) – 26,25 %, КВС Інтелегенс (ФАО 380) – 27,30 %, ДН Анілаг (ФАО 420) – 28,15 % та Р 0217 (ФАО 460) – 28,90 %. **Висновки.** Рівень вологості зерна мав тісний зв'язок із групою стиглості досліджених гібридів кукурудзи – із збільшенням тривалості вегетаційного періоду спостерігалось підвищення передзбиральної вологості зерна. Кліматичні умови у 2023–2024 рр. досліджень істотно впливали на рівень передзбиральної вологості зерна гібридів кукурудзи. Внесення добрив призводило до зростання показника передзбиральної вологості зерна досліджуваних гібридів кукурудзи.

Ключові слова: дигестат, елементи живлення, вологість, кукурудза, система удобрення, макроелементи, мікроелементи.

Вступ. У технологіях вирощування кукурудзи рівень передзбиральної вологості зерна відіграє важливу роль у структурі витрат. Зокрема, збирання врожаю може здійс-

Інформація про авторів:

Паламарчук Віталій Дмитрович, доктор с.-г. наук, доцент, e-mail: vd-palamarchuk@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-4906-3761>

Скакун Михайло Васильович, аспірант, e-mail: skakun13021989@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7947-9493>

снюватися за вологості зерна 30–40 %, тоді як його тривале зберігання можливе лише за умов зниження вологості до 14 %. Таким чином, високий рівень передзбиральної вологості є джерелом додаткових витрат на досушування продукції до кондиційного стану. У загальній структурі витрат на вирощування кукурудзи досушування зерна може становити до 40 %.

Актуальним питанням для галузі рослинництва є розробка таких технологічних рішень, які б забезпечували реалізацію високого генетичного потенціалу урожайності кукурудзи при зниженні вологості зерна на час збирання. Особливої уваги в цьому контексті потребує система живлення рослин, як один з ключових елементів технології. Вивчення впливу забезпечення кукурудзи поживними речовинами шляхом внесення дигестату, а також підбору гібридів відповідної стиглості, дає змогу оцінити економічну ефективність використання цих технологічних елементів. Такі дослідження набувають особливої актуальності в умовах подорожчання мінеральних добрив і обмеженої доступності традиційних органічних ресурсів.

Кукурудза стабільно залишається однією з головних зернових культур в Україні, що підтверджується постійно високими площами її вирощування: у 2024 р. – 3,895 млн га, у 2022 р. – 4,325 млн га. Для кукурудзи на силос середньорічна площа посівів за останні три роки становила близько 195 тис. га [1].

Одним з факторів, який впливає на ефективність вирощування кукурудзи, є рівень вологості зерна на час збирання. Через високу вологість, яка може досягати 35–40 %, виникає необхідність у штучному сушінні, що значно підвищує собівартість продукції. У деяких випадках, на досушування зерна витрачається до 60–70 % загального обсягу пального, при цьому на 1 т качанів необхідно 40–60 кг, а на 1 т зерна – 30–35 кг пального [2–4].

Ще одним важливим чинником є група стиглості гібридів кукурудзи, адже подовження тривалості вегетаційного періоду, призводить до зростання вологості зерна на час збирання, що веде до підвищення витрат на його досушування [4, 7, 8].

На важливість групи стиглості гібридів у формуванні рівня передзбиральної вологості

зерна кукурудзи вказують у своїх дослідженнях Р. А. Вожегова та Я. В. Белов [9, 10]. Вони відмічають, що нові гібриди кукурудзи з ФАО 200–500 характеризуються формуванням урожайності зерна 12–14 т/га при вологості 12–14 %, сприяють проведенню збирання врожаю з мінімальними затратами на додаткове досушування та забезпечують впровадження їх у енергоефективні технологічні схеми.

Швидкість втрати вологи та рівень вологості зерна у гібридів кукурудзи значною мірою залежать від генетичних характеристик, які можуть посилюватися через взаємодію генотипу з умовами зовнішнього середовища, зокрема, залежно від реакції конкретного гібрида на температурні умови та кількість опадів у період дозрівання зерна [11].

Показник вологості зерна перед збиранням урожаю, поряд із урожайністю, є ключовим критерієм ефективності технології вирощування кукурудзи [6].

Різні рівні вологості зерна під час дозрівання та зберігання впливають на швидкість біохімічних реакцій і інтенсивність дихання зернівки кукурудзи. Залежно від вологості та тривалості аеробного дихання, втрати органічних запасів у зерні можуть перевищувати 20 %. У процесі зберігання вологе зерно вже з перших днів піддається самозігріванню, а на третю-четверту добу може проростати і уражуватися різними збудниками хвороб (пухирчаста сажка, фузаріоз, пліснява, бактеріоз), шкодочинність яких, при цьому, значно підвищується [6].

Одним із дієвих шляхів підвищення врожайності кукурудзи є застосування добрив, зокрема таких, як дигестат, що утворюється на біогазових установках. Це біоорганічне добриво характеризується швидким засвоєнням культурами, містить широкий спектр макро- й мікроелементів, має нейтральну або, злегка, лужну реакцію, а також не містить насіння бур'янів і шкідливих мікроорганізмів [12].

Погляди науковців стосовно впливу способів удобрення на показники передзбиральної вологості зерна кукурудзи не є однозначними. Так, деякі [13] дослідники, вказують на те, що мінеральне живлення суттєво не впливає на показники передзбиральної вологості зерна кукурудзи. Інші, навпаки,

відзначають підвищення рівня передзбиральної вологості зерна, що пов'язане із покращенням умов живлення рослин завдяки внесенню мінеральних та органічних добрив [5, 6]. Наприклад Р. А. Вожегова, Я. В. Белов [14] вказують на те, що внесення азотних і фосфорних добрив призводить до зростання збиральної вологості зерна кукурудзи на 0,9–3,4 відсоткових пунктів, до рівня 14,0–16,4 %, порівняно з контролем (12,6 %). Тобто, саме внесення азотних і фосфорних добрив забезпечує зростання лінійних розмірів рослин, надземної маси та площі листової поверхні рослин кукурудзи [9, 10].

Мета досліджень встановити вплив застосування дигестату та кліматичних умов року на рівень передзбиральної вологості зерна досліджуваних гібридів кукурудзи різних груп стиглості.

Матеріал та методика досліджень. Дослідження проводилися у 2023–2024 рр. на базі ТОВ «Органік-Д» кафедрою рослинництва та садівництва Вінницького національного аграрного університету. За географічними розташуванням це територія центральної частини Лісостепу Правобережного.

Для того щоб встановити вплив дигестату на рівень передзбиральної вологості зерна використовували гібриди кукурудзи різних груп стиглості: середньоранньої Амарос (ФАО 230), Р8754 (ФАО 240), Бігбіт (ФАО 290), Богатир (ФАО 290), середньо-

стиглої – КВС 381 (ФАО 350), КВС Інтелегенс (ФАО 380), середньопізньої – ДН Аншлаг (ФАО 420), Р 0217 (ФАО 460).

Дигестат біогазових станцій отримували шляхом анаеробного зброджування свинячого гною протягом 14 діб. За хімічним складом, отриманий таким чином дигестат, мав слаболужну реакцію (рН 7,5–8,2), макро- (азот, фосфор, калій, кальцій, сірка), та мікроелементи (цинк, залізо, мідь, молібден, бор та ін.), позитивний мікробіологічний склад. Система застосування добрив передбачала внесення дигестату в різні строки (основне, передпосівне удобрення та підживлення) із дозою 60 т/га і внесення комплексного мінерального добрива нітроамофоски у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ у поєднанні із мікродобривом Нановіт кукурудза – 1,5 л/га підживлення у фазі 5–7 листків кукурудзи.

У системі удобрення використовувалося мікродобриво Нановіт кукурудза, яке містить у своєму складі такі мікроелементи: азот, фосфор, магній, сірка, мікроелементи: цинк і мідь та біологічно-активний комплекс «NANOACTIV». Крім того до складу даного мікродобрива входять 15 L-амінокислот (лізин, гліцин, аланін, метіонін, пролін, цистин, валін, триптофан, ізолейцин, лейцин, ленілаланін, глутамін, тирозин, гістидин, глутамінова кислота), фітогормони, моносахариди та органічні кислоти (табл. 1).

Додатково до складу мікродобрива Нановіт

Таблиця 1. Характеристика хімічного складу мікродобрива Нановіт Кукурудза *

Елементи живлення	Азот загальний	Фосфор (P_2O_5)	Магній (MgO)	Сірка (SO_3)	Бор (В)	Мідь (Cu)	Залізо (Fe)	Марганець (Mn)	Цинк (Zn)	Амінокислоти	Органічні кислоти	Фітогормони	Моносахариди
Вміст г/л	39,9	79,8	13,3	39,9	5,32	9,31	1,33	2,66	33,25	35,5	8,4	0,0050	0,046

*Примітка: * за даними компанії виробника Agrovit Group*

кукурудза входить полісахаридний прилипач. Внесення мікродобрива Нановіт кукурудза проводили у фазу 5–7 листків кукурудзи, нормою 1,5 л/га ранцевим оприскувачем із нормою витрати робочої рідини 5 л/1 сотку.

Ґрунт дослідної ділянки – сірий лісовий, легкосуглинкового механічного складу. Із типовими для даного типу ґрунту агрохі-

мічними показниками.

Кліматичні умови років досліджень відрізнялися істотною контрастністю. Так, у 2023 р. вони виявилися більш сприятливими для формування урожайності досліджуваних гібридів за показниками температурного режиму та кількості опадів за вегетаційний період кукурудзи. Тоді як у 2024 р. спостеріга-

ли тривалий посушливий період та зростання температурних показників до 42–44 °С, що негативно позначилось на продуктивності гібридів кукурудзи.

Технологія вирощування кукурудзи загальноприйнята для даної зони за виключенням елементів, які досліджувалися. Застосовували трьох-чотириразову повторність досліду для досліджуваних гібридів кукурудзи. Розміщення ділянок – методом рендомізованих блоків. Площа облікової ділянки становила 10,5 м², а загальної ділянки – 25 м².

Попередником у досліді була соя. Після збирання попередньої культури в систему основного обробітку ґрунту входили лущіння стерні важкими дисковими боронами БДТ-7 та подальша оранка плугом ПЛН-3-35.

Система догляду за посівами включала

внесення ґрунтового гербіциду Харнес дозою 3 л/га, та селективного гербіциду Мелатро (діюча речовина – нікосульфурон) у фазу 5–7 листків кукурудзи у поєднанні з прилипачем Тренд для знищення однорічних і багаторічних злакових та дводольних бур'янів у дозі 1,25 л/га.

Визначення фізико-механічних властивостей зерна, таких як: лінійні розміри, вологість зерна та маса 1000 зерен, здійснювали за загальноприйнятими методиками [15, 16].

Результати та обговорення досліджень. За результатами досліджень встановлена залежність застосування різних варіантів удобрення, групи стиглості, генетичних особливостей гібрида і рівня передзбиральної вологості зерна рослин кукурудзи (табл. 2).

Виявлено, що рівень передзбиральної

Таблиця 2. Передзбиральна вологість зерна гібридів кукурудзи залежно від варіанту удобрення, % (за 2023–2024 рр.)

Назва гібрида	Варіант удобрення	Передзбиральна вологість зерна, %		
		2023 р.	2024 р.	середнє, за 2023–2024 рр. ± Sx
1	2	3	4	5
Амарос (ФАО 230)	1 (К)	18,2	14,9	16,55±2,33
	2	19,1	18,5	18,80±0,42
	3	18,9	17,2	18,05±1,20
	4	19,7	17,5	18,60±1,56
	5	18,4	15,7	17,05±1,91
	6	18,9	16,4	17,65±1,77
Р8754 (ФАО 240)	1 (К)	17,7	13,0	15,35±3,32
	2	21,4	18,7	20,05±1,91
	3	19,4	16,0	17,70±2,40
	4	20,3	17,1	18,70±2,26
	5	19,3	17,5	18,40±1,27
	6	19,9	16,9	18,40±2,12
Бігбіт (ФАО 290)	1 (К)	22,6	20,7	21,65±1,34
	2	27,7	21,1	24,40±4,67
	3	23,6	20,9	22,25±1,91
	4	26,9	22,5	24,70±3,11
	5	23,1	21,3	22,20±1,27
	6	24,7	21,5	23,10±2,26
Богатир (ФАО 290)	1 (К)	20,3	19,9	20,10±0,28
	2	26,0	24,3	25,15±1,20
	3	23,5	20,8	22,15±1,91
	4	25,4	21,6	23,50±2,69
	5	23,4	22,3	22,85±0,78
	6	25,6	20,0	22,80±3,96
КВС 381 (ФАО 350)	1 (К)	24,5	14,4	19,45±7,14
	2	30,8	21,7	26,25±6,43
	3	29,4	18,6	24,00±7,68
	4	29,6	19,9	24,75±6,86
	5	25,8	16,3	21,05±6,72
	6	28,7	20,8	24,75±5,59

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5
КВС Інтелегенс (ФАО 380)	1 (К)	26,2	16,4	21,30±6,93
	2	31,8	22,8	27,30±6,36
	3	30,4	19,9	25,15±7,42
	4	30,9	24,2	27,55±4,74
	5	28,9	19,1	24,00±6,93
	6	29,7	20,5	25,10±6,51
ДН Аншлаг (ФАО 420)	1 (К)	29,6	22,9	26,25±4,74
	2	34,1	22,2	28,15±8,41
	3	31,4	23,6	27,50±5,52
	4	32,6	24,1	28,35±6,01
	5	29,7	20,8	25,25±6,29
	6	30,9	22,4	26,65±6,01
Р 0217 (ФАО 460)	1 (К)	30,1	22,1	26,10±5,66
	2	34,7	23,1	28,90±8,20
	3	31,9	21,5	26,70±7,35
	4	32,8	23,5	28,15±6,58
	5	30,5	21,4	25,95±6,43
	6	31,5	20,9	26,20±7,50

Примітка: **Варіант удобрення:** 1 – Контроль (без добрив); 2 – Основне удобрення дигестатом (60 т/га) + передпосівне дигестатом (60 т/га) + підживлення (60 т/га); 3 – Підживлення дигестатом (60 т/га); 4 – Передпосівне удобрення дигестатом (60 т/га); 5 – Основне удобрення дигестатом (60 т/га); 6 – Внесення мінеральних добрив ($N_{90}P_{90}K_{90}$) у поєднанні із мікродобривом Нановіт кукурудза (фаза 5–7 листків кукурудзи, норма внесення 1,5 л / га).

вологості залежав від кліматичних умов року. Зокрема, в середньому по досліді, передзбиральна вологість зерна у 2023 р. становила – 26,05 %, а у 2024 р., за рахунок тривалого посушливого періоду, знизилася на 6,06 %, і дорівнювала – 19,9 %.

Із даних табл. 2 видно, що вологість зерна на період збирання у кукурудзи, у середньому за два роки досліджень, становила Амарос (ФАО 230) – 17,78 %, Р8754 (ФАО 240) – 18,10 %, Бігбіт (ФАО 290) – 23,05 %, Богатир (ФАО 290) – 22,76 %, КВС 381 (ФАО 350) – 23,38 %, КВС Інтелегенс (ФАО 380) – 25,07 %, ДН Аншлаг (ФАО 420) – 27,03 % та Р 0217 (ФАО 460) – 27,00 %. Найбільшу вологість зерна відмічено у середньопізніх гібридів кукурудзи із ФАО 420–460 – 27,00–27,03 %, тоді як у групі середньоранніх гібридів із ФАО 230–240 вона була на 8,93–9,22 % нижчою і дорівнювала, у середньому за два роки – 17,78–18,10 %. Тобто повністю підтверджуються дані літературних джерел, про те, що збільшення тривалості вегетаційного періоду призводить до зростанню передзбиральної вологості зерна.

Також встановлено вплив на рівень передзбиральної вологості варіантів удобрення

гібридів кукурудзи. Зокрема, найвищий рівень вологості зерна виявлено у варіанті удобрення, який передбачав внесення дигестату в основне (60 т/га) + передпосівне (60 т/га) + підживлення (60 т/га) Амарос (ФАО 230) – 18,80 %, Р8754 (ФАО 240) – 20,05 %, Бігбіт (ФАО 290) – 24,40 %, Богатир (ФАО 290) – 25,15 %, КВС 381 (ФАО 350) – 26,25 %, КВС Інтелегенс (ФАО 380) – 27,30 %, ДН Аншлаг (ФАО 420) – 28,15 % та Р 0217 (ФАО 460) – 28,90 %, тоді коли на контролі (без добрив) рівень передзбиральної вологості зерна, у середньому за два роки, був – 16,55 %, 15,35 %, 21,65 %, 20,10 %, 19,45 %, 21,30 %, 26,25 % та 26,10 %, відповідно.

У варіанті де вносили мінеральні добрива $N_{90}P_{90}K_{90}$ у поєднанні із мікродобривом Нановіт кукурудза, також відмічено зростання рівня передзбиральної вологості зерна досліджуваних гібридів кукурудзи на 0,1–5,3 %, порівняно із контролем.

Висновки. Рівень вологості зерна мав тісний зв'язок із групою стиглості досліджуваних гібридів кукурудзи – із збільшенням тривалості вегетаційного періоду спостерігалось підвищення передзбиральної вологості зерна. Найвищу передзбиральну вологість

зерна відмічено у середньопізніх гібридів кукурудзи із ФАО 420-460 – 27,00–27,03 %, тоді як у групі середньоранніх гібридів із ФАО 230–240 вона була на 8,93–9,22 % нижчою і становила, у середньому за два роки дослідів – 17,78–18,10 %.

Кліматичні умови у 2023-2024 рр. істотно впливали на передзбиральну вологість зерна гібридів кукурудзи. Так, зокрема, у 2024 р., який видався стресовим за забезпеченням вологою та за температурними показниками вологість зерна знизилася на 6,06 % порівняно із 2023 р., який виявився більш сприятливим за цими показниками.

Внесення добрив викликало зростання передзбиральної вологості зерна гібридів кукурудзи. Зокрема, найвищий рівень вологості зерна виявлено у варіанті удобрення,

який передбачав внесення дигестату в основне (60 т/га) + передпосівне дигестатом (60 т/га) + підживлення (60 т/га): Амарос (ФАО 230) – 18,80 %, Р8754 (ФАО 240) – 20,05 %, Бігбіт (ФАО 290) – 24,40 %, Богатир (ФАО 290) – 25,15 %, КВС 381 (ФАО 350) – 26,25 %, КВС Інтелегенс (ФАО 380) – 27,30 %, ДН Аншлаг (ФАО 420) – 28,15 % та Р 0217 (ФАО 460) – 28,90 %, тоді як на контролі (без добрив) передзбиральна вологість зерна, у середньому за два роки, склала – 16,55 %, 15,35 %, 21,65 %, 20,10 %, 19,45 %, 21,30 %, 26,25 % та 26,10 % відповідно по гібридах. У варіанті із внесенням мінеральних добрив N₉₀P₉₀K₉₀ у поєднанні із мікродобривом Нановіт кукурудза 1,5 л/га зростання передзбиральної вологості зерна становило 0,1–5,3 %, порівняно із контролем.

Використана література

1. Вернер І. Є. Статистичний щоденник України. Держстандарт України. К., 2023. 387 с.
2. Десятник Л. М., Карнаух М. М. Вплив передзбиральної густоти стояння рослин на урожайність гібридів кукурудзи різних груп стиглості. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2011. № 40. С. 88–94.
3. Глупак З. І., Бутенко А. О. Урожайність гібридів кукурудзи на зерно залежно від групи стиглості та густоти стояння в умовах лісостепу України. *Вісник Уманського національного університету садівництва. Серія: Агрономія*. 2022. № 2. С. 5–10. DOI: <https://doi.org/10.32782/2310-0478-2022-2-5-10>
4. Паламарчук В. Д., Кричковський В. Ю., Паламарчук О. Д., Шуберанський В. Е. Інноваційні технології в рослинництві: підручник. Вінниця, 2024. 765 с.
5. Грабовський М.Б., Озерова Л.В. Продуктивність та вологість зерна гібридів кукурудзи компанії «Монсанто» залежно від густоти стояння рослин та рівня мінерального живлення. *Агробіологія*. 2012. Вип. 7 (91). С. 97–102.
6. Паламарчук В. Д., Коваленко О. А. Вплив позакореневих підживлень на рівень передзбиральної вологості зерна гібридів кукурудзи. *Зрошувальне землеробство. Міжвідомчий тематичний науковий збірник*. 2018. Вип. 69. С. 58–63.
7. Шинкарук В. А., Романенко В. М., Коваленко О. А. Передзбиральна вологість зерна гібридів кукурудзи та затрати на його досушування в умовах Вінниччини. *Збірник наукових праць ВНАУ. Серія сільськогосподарські науки*. 2011. №7(47). С. 29–32.
8. Паламарчук В. Д., Вінник О. В., Коваленко О. А. Вміст крохмалю у зерні кукурудзи та вихід біотанолу залежно від умов вегетації та факторів технології вирощування. *Аграрні інновації*. 2021. № 5. С. 143–156. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.5.23>
9. Вожегова Р. А., Белов Я. В. Водоспоживання гібридів кукурудзи залежно від елементів технології в зрошуваних умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. Вип. 108. С. 12–18.
10. Вожегова Р. А., Белов Я. В. Продуктивність, структура врожаю та якість зерна гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин та фону мінерального живлення за вирощування на зрошуваних землях. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2019. Вип. 4. С. 89–95.
11. Паламарчук В. Д., Колісник О. М. Сучасна технологія вирощування кукурудзи для енергоефективного та екологічнобезпечного розвитку сільських територій: монографія. Вінниця: Друкарня «Друк», 2022. 376 с.
12. Поліщук В. М., Дерев'янко Д. А., Шворов С. А., Дворник Є. О., Давиденко Т. С. Ефективність використання дигестату біогазових установок. *Machinery & Energetics*. 2020. Вип. 11. № 4. С. 107–115. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2020.04.107>.
13. Пустовий С. І., Якунін О. П., Дудка М. І. Вплив попередника мінерального живлення на формування урожайності зерна гібридів кукурудзи. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 116. Ч. 2. С. 68–73.
14. Вожегова Р. А., Белов Я. В. Вплив густоти стояння рослин та фону живлення на водоспоживання та продуктивність гібридів кукурудзи в умовах зрошення півдня України. *Зрошувальне землеробство*. 2019. Вип. 72. С. 4–7.
15. ДСТУ 4138-2002. Насіння с.-г. культур. Методи визначання якості. К.: Держспоживстандарт України. 173 с.
16. Вовкодав В.В. Методика державного сорто випробування сільськогосподарських культур (зернові, круп'яні та зернобобові). Київ 2001. 64 с.

References

1. Verner, I. Ye. (2023). *Statystychnyi shchodennyk Ukrainy* [State statistics service of Ukraine]. Derzhstandart Ukrainy. 387 p. [in Ukrainian].
2. Desiatnyk, L. M., Karnaukh, M. M. (2011). Effect of pre-harvest plant density on the yield of maize hybrids of different maturity groups. *Biuletyn Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy* [Bulletin of the Institute of agriculture of the steppe zone of the NAAS of Ukraine], 40, 88–94. [in Ukrainian].
3. Hlupak, Z. I., Butenko, A. O. (2022). Grain yield of maize hybrids depending on maturity group and plant density under forest-steppe conditions of Ukraine. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva. Seriya: Ahronomiia* [Bulletin of Uman national university of horticulture. Series: Agronomy], 2, 5–10. [in Ukrainian].
4. Palamarchuk, V. D., Krychkovskiy, V. Yu., Palamarchuk, O. D., Shuberanskyi, V. E. (2024). *Innovatsiini tekhnologii v roslinnytstvi: pidruchnyk* [Innovative technologies in crop production: textbook]. 765 p. [in Ukrainian].
5. Hrabovskiy, M. B., Ozerova, L. V. (2012). Productivity and grain moisture of Monsanto maize hybrids depending on plant density and level of mineral nutrition. *Ahrobiolohiia* [Agrobiology], 7 (91), 97–102. [in Ukrainian].
6. Palamarchuk, V. D., Kovalenko, O. A. (2018). Influence of foliar fertilization on the pre-harvest grain moisture level of maize hybrids. *Zroshuvalne zemlerobstvo. Mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk* [Irrigated agriculture. Interdepartmental thematic scientific collection], 69, 58–63. [in Ukrainian].
7. Shynkaruk, V. A., Romanenko, V. M., Kovalenko, O. A. (2011). Pre-harvest grain moisture of maize hybrids and costs of its drying under Vinnytsia region conditions. *Zbirnyk naukovykh prats VNAU. Seriya silskohospodarski nauky* [Proceedings of VNAU. Agricultural sciences series], 7 (47), 29–32. [in Ukrainian].
8. Palamarchuk, V. D., Vinnik, O. V., Kovalenko, O. A. (2021). Starch content in maize grain and bioethanol yield depending on vegetation conditions and cultivation technology factors. *Ahrarni innovatsii* [Agrarian Innovations], 5, 143–156. [in Ukrainian].
9. Vozhehova, R. A., Bielov, Ya. V. (2019). Water consumption of maize hybrids depending on technological factors under irrigated conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Tavriiskyi naukovyi visnyk* [Taurida Scientific Herald], 108, 12–18. [in Ukrainian].
10. Vozhehova, R. A., Bielov, Ya. V. (2019). Productivity, yield structure, and grain quality of maize hybrids depending on plant density and mineral nutrition background under irrigated conditions. *Visnyk aharnoi nauky Prychornomoria* [Bulletin of agrarian science of the Black sea region], 4, 89–95. [in Ukrainian].
11. Palamarchuk, V. D., Kolisnyk, O. M. (2022). *Suchasna tekhnolohiia vyroshchuvannia kukurudzy dlia enerhoefektyvnoho ta ekolohobezpechnoho rozvytku silskykh terytorii: monohrafiia* [Modern technology of maize cultivation for energy-efficient and environmentally safe development of rural areas: monograph]. 376 p. [in Ukrainian].
12. Polishchuk, V. M., Derevianko, D. A., Shvorov, S. A., Dvornyk, Ye. O., Davydenko, T. S. (2020). Efficiency of using digestate from biogas plant. *Machinery & Energetics*, 11 (4), 107–115. [in Ukrainian].
13. Pustovyi, S. I., Yakunin, O. P., Dudka, M. I. (2020). Influence of preceding crop and mineral nutrition on grain yield formation of maize hybrids. *Tavriiskyi naukovyi visnyk* [Taurida Scientific Herald], 116 (2), 68–73. [in Ukrainian].
14. Vozhehova, R. A., Bielov, Ya. V. (2019). Influence of plant density and nutritional background on water consumption and productivity of maize hybrids under irrigated conditions in southern Ukraine. *Zroshuvane zemlerobstvo* [Irrigated Agriculture], 72, 4–7. [in Ukrainian].
15. DSTU 4138-2002. *Nasinnia s.-h. kultur. Metody vyznachannia yakosti*. [DSTU 4138-2002. Seeds of agricultural cultures Methods for determining quality]. (2002). K.: Derzhspozhyvstandart of Ukraine. [in Ukrainian].
16. Vovkodav, V. V. (2001). *Metodyka derzhavnoho sortovyprobuvannia silskohospodarskykh kultur (zernovi, krupiani ta zernobobovi)* [Methodology of state variety testing of agricultural crops (cereals, crops and legumes)]. 64 p. [in Ukrainian].

UDC 631.527.5:633.15:581.13:631.8:631.547.8

Palamarchuk, V. D., Skakun, M. V. Effect of digestate on the pre-harvest grain moisture content of maize. Grain Crops. 2025. 9 (1). 109–116.

Vinnytsia National Agrarian University, 3 Soniachna St., Vinnytsia, Ukraine, 21008

Topicality. Maize was and remains one of the main fodder-grain crops, the increase in yields of which is possible primarily due to optimisation of plant nutrition through the application of fertilisers.

Purpose. To determine the effect of digestate application and annual climatic conditions on the pre-harvest grain moisture content of maize hybrids of different maturity groups. **Methods.** Field, laboratory, and combined laboratory-field methods were used in the research. The study was conducted under the conditions of Organik-D LLC in cooperation with the Department of Crop Production and Horticulture of Vinnytsia National Agrarian University during 2023–2024. The experiments involved maize hybrids of different maturity groups: early-ripening – Amaroc (FAO 230), P8754 (FAO 240), Bigbeat (FAO 290), Bogatyr (FAO 290); mid-ripening – KWS 381 (FAO 350), KWS Inteligens (FAO 380); and mid-late – DN Anshlah (FAO 420), P0217 (FAO 460). **Results.** The digestate of biogas plants was obtained by anaerobic digestion of pig ma-

nure for 14 days. The chemical composition of the digestate obtained in this way was characterised by a slightly alkaline reaction (pH 7.5–8.2), the presence of macro- and microelements, and a positive microbiological composition. As part of the fertilization system, the micronutrient fertilizer Nanovit maize was applied, which contains macronutrients such as nitrogen, phosphorus, magnesium, and sulfur, micronutrients such as zinc and copper, and a biologically active complex Nanoactiv. We found that the level of pre-harvest moisture content depended on the climatic conditions of the year. In particular, on average in the experiment, the pre-harvest moisture content of grain was 26.05 % in 2023, and it decreased by 6.06 % and reached 19.9 % in 2024 due to a prolonged dry period. The highest grain moisture content was 27–27.03 % in mid-late maize hybrids (FAO 420–460), while it was 8.93–9.22 % lower in the group of mid-early hybrids (FAO 230–240) and averaged 17.78–18.10 % over the two years of the experiment. The highest grain moisture content was found in the experimental variant, which included the introduction of digestate into the basal fertilisation (60 t/ha) + pre-sowing fertilisation (60 t/ha) + foliar feeding (60 t/ha), for Amaroc variety (FAO 230) – 18.80 %, P8754 (FAO 240) – 20.05 %, Bigbeat (FAO 290) – 24.40 %, Bogatyr (FAO 290) – 25.15 %, KWS 381 (FAO 350) – 26.25 %, KWS Inteligens (FAO 380) – 27.30 %, DN Anshlah (FAO 420) – 28.15 % and P 0217 (FAO 460) – 28.90 %. **Conclusions.** Grain moisture content was closely related to the maturity group of the studied maize hybrids, so an increase in pre-harvest grain moisture content was associated with an increase in the length of the growing season. Climatic conditions in the years of research (2023-2024) had a significant effect on the pre-harvest grain moisture content across all hybrids. Fertilizer application contributed to an increase in grain moisture content in the tested maize hybrids. However, higher grain moisture content require additional costs for post-harvest drying.

Key words: *digestate, nutrients, moisture content, maize, fertilization system, macronutrients, micronutrients.*