

## ВПЛИВ ДИГИСТАТУ НА СТРУКТУРУ ВРОЖАЮ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ

**КРИЧКОВСЬКИЙ В.Ю.** – директор,  
здобувач кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур  
[orcid.org/0000-0002-3997-6743](https://orcid.org/0000-0002-3997-6743)  
ТОВ «Органік-Д»,  
Вінницький національний аграрний університет

**Постановка проблеми.** Використання органічних добрив зумовлюється їх невисокою вартістю (порівняно із синтетичними добривами) та високою ефективністю за рахунок вмісту макро- та мікроелементів. Наявність у складі органічних добрив корисних мікроорганізмів та поживних речовин підвищує родючість ґрунту та вміст гумусу [1; 2].

Тривале використання мінеральних добрив сприяє мінералізації органічної речовини та зменшенню гумусу, а у гумусі, як відомо, містяться мікро- і макроелементи, фізіологічно активні речовини, крім того, гумус убирає пестициди і важкі метали. Вміст гумусу визначає основні агрономічно-цінні властивості ґрунту, а за рахунок вмісту структуроутворювальних елементів кальцію та магнію – його водні та повітряні властивості [2; 3].

Одним із резервів підвищення вмісту гумусу є використання біоорганічних добрив із позитивним агрохімічним та мікробіологічним складом, які отримуються шляхом ферментації відходів тваринництва (свинячого гною) у біогазових установках [4].

Наразі істотно збільшилась кількість зацікавлених процесами виробництва біогазу. Для фермерів біогазові технології набувають усе більшого значення через дві основні причини: 1) виробництво біогазу для отримання енергетичної незалежності та більшої прибутковості виробництва; 2) побічні продукти біогазової технології (дигистат), які можна використовувати як органічне добриво [5; 6].

Стрімкий темп розвитку технічного прогресу, який спрямовано на підвищення енергоозброєності та поліпшення комфортних умов праці і побуту людини, все частіше призводить до порушення природних процесів, виснаження біотичного потенціалу екосистем та зниження біопродукційної здатності природних і культурних ландшафтів [7; 8].

Дигистат – органічні субстрати після ферментації у біогазових станціях, насичені поживними речовинами та підходять для вдобрення ґрунтів [9–11].

Преброджений шлам (дигистат) є високоефективним знезараженим добривом, що повертає в ґрунт поживні речовини і лігнін як основу утворення гумусу та забезпечує виробництво екологічно чистої продукції [8].

За виробленими обсягами товарної продукції біогазових станцій на першому місці перебуває «елюент», або «дигистат» [12], об'ємна продуктивність якого дорівнює об'ємному завантаженню перероблюваного субстрату, при цьому унікальне поєднання його мікробіологічного та мікроелемент-

ного складу дозволяє отримувати на його основі цінні біоорганічні добрива [8].

Для отримання дигистату можуть використовуватись будь-які органічні відходи, придатні для виробництва біогазу, як-от гній, пташиний послід [8], зерно, меляса, післяспиртова і пивна дробина, буряковий жом, фекальні стоки, відходи рибного та забійного цеху (кров, жир, нутроці), трава, побутові відходи органічного походження, відходи молокозаводів (солоня та солодка молочна сироватка), відходи від виробництва біоетанолу, біодизеля, технічний гліцерин, відходи від виробництва соків (жом фруктовий, ягідний, овочевий, виноградні вижимки), водорості, відходи виробництва крохмалю та патоки (мезга і сироп), відходи переробки картоплі, шкурки, гнилі бульби [13], макуха, силос, барда, цукровий буряк, гичка, клітковина, крохмаль і патока, флотаційний шлам (осад), зневоднений флотаційний шлам (осад) із міських заводів, що займаються очищенням стічних вод та інше [4; 14].

**Мета досліджень** – вивчити вплив систем удобрення та ефективність біоорганічного добрива «Ефлюент» на продуктивність гібрида кукурудзи французької компанії Caussade Semences – Кампоні КС. Обґрунтувати ефективність різних норм біоорганічного добрива «Ефлюент» у сучасних технологіях вирощування.

**Матеріали і методи дослідження.** Експериментальну частину досліджень (польові досліди) проведено протягом 2019–2020 рр. на дослідному полі на базі ТОВ «Органік-Д».

Згідно з даними агрометеорологічних спостережень Вінницької метеостанції основні показники кліматичних умов у роки проведення досліджень не були близькими до середніх багаторічних даних, зокрема в 2019 році кількість опадів за березень-листопад становила 410,1 мм, у 2020 році – 461,4 мм, середня температура складала – 13,4 та 13,3°C. Характерною особливістю 2020 року була істотна нерівномірність розподілу опадів протягом періоду вегетації (особливо в липні-серпні) основних сільськогосподарських культур, зокрема кукурудзи, що в кінцевому результаті негативно відобразилось на рівні врожайності.

ґрунт дослідної ділянки – сірий лісовий на лесі із середньо-суглинковим механічним складом, орний горизонт у нього становить 30 см. Він характеризувався такими агрохімічними показниками: вміст гумусу (за Тюрнімом) – 1,5%; вміст

азоту – 9,6–14,3 мг/100 г ґрунту (за Корнфілдом), рухомого фосфору – 7,5–13,9 і обмінного калію – 10,3–23,0 мг/100 г ґрунту (за Чириковим).

Фізико-механічні показники зерна, як-от вологість, лінійні розміри, масу 1000 зерен, питома маса зернівки визначали за загальноприйнятими методиками [15–17]. Суму лінійних розмірів зернівки визначали розрахунковим методом.

Визначення в зерні вмісту сухої речовини, азоту, фосфору, калію та вуглецю проводили за методикою О.В. Єщенко (2005) [18], О.М. Гончара, А.В. Андрущенко та ін. [20] та згідно зі стандартом ДСТУ ISO 6497:2005 [19].

Агротехніка вирощування гібрида кукурудзи Кампоні КС (ФАО 340) є загальноприйнятою для центральної частини Лісостепу України.

Попередником у досліді була морква. Після збирання попередника обробіток ґрунту складався з оранки плугом ПЛН-3-35 в агрегаті з трактором МТЗ-82.

Для передпосівного обробітку ґрунту використовували комбінований агрегат типу «Європак».

Воду (на варіанті без добрив) вносили за двадцять днів до посіву кукурудзи одночасно з іншими варіантами вдобрення.

Біоорганічне добриво «Ефлюент» характеризується лужною реакцією ( $pH_{\text{сольове}} 8,5$ ), високою кількістю вологи, яка у масовій частці становить 98,4%, значним вмістом нітратного азоту (18,2 мг/кг), міді (4,6 мг/кг), цинку (32 мг/кг), марганцю (20 мг/кг) та заліза (120 мг/кг). Якщо перевести вміст елементів живлення діючою речовиною на 1 тону біоорганічного добрива «Ефлюент», то у ньому міститься

2,9 кг азоту, 0,9 кг фосфору, 3,2 кг калію, 3,5 кг кальцію та 0,42 кг магнію.

**Результати досліджень.** У наших дослідженнях вивчено вплив різних норм унесення біоорганічного добрива «Ефлюент» та мінеральних добрив на формування елементів структури врожаю кукурудзи. У досліджуваних гібридів кукурудзи виявлено тісний взаємозв'язок між умовами живлення рослин, щільністю ценозу й процесами формування архітекtonіки генеративних органів (табл. 1–3).

Формування високих і якісних урожаїв зерна кукурудзи зумовлюється найважливішими структурними елементами, до яких належать: маса 1000 зерен, кількість рядів зерен, кількість зерен у ряду, довжина та діаметр качана, лінійні розміри зернівки, вихід зерна з одного качана, маса зерна з качана, кількість качанів на рослині, вологість зерна. Під час вирощування кукурудзи ці показники істотно змінюються залежно від генетичних особливостей гібрида та під впливом агротехнічних чинників, а також факторів навколишнього середовища конкретного року [21; 22].

На стеблі кукурудзи розвивається 1–2 качани, інколи більше [22]. Однак у виробничих умовах трапляються гібриди, які схильні до багатокачанності і які формують у перерахунку на 100 рослин 150–160 качанів, до того ж подеколи можуть траплятися окремі рослини з трьома або чотирма качанами (як виняток).

Дослідженнями встановлено, що кількість нормально сформованих качанів на рослині кукурудзи істотно залежала від умов вегетації та системи застосування добрив (табл. 1).

**Таблиця 1 – Вплив системи удобрення на кількість качанів у гібрида кукурудзи Кампоні КС, шт. (за 2019–2020 рр.  $\pm Sr$ )**

Варіант удобрення	Кількість качанів на рослині, шт.		
	2019 р.	2020 р.	середнє, $\pm Sr$
Контроль (без добрив і без зрошення)	1,11	1,07	1,09 $\pm$ 0,03
Внесення води у нормі 45 т/га	1,13	1,11	1,12 $\pm$ 0,01
Внесення добрива «Ефлюент» 25 т/га	1,32	1,28	1,30 $\pm$ 0,03
Внесення добрива «Ефлюент» 35 т/га	1,35	1,31	1,33 $\pm$ 0,03
Внесення добрива «Ефлюент» 45 т/га	1,35	1,31	1,33 $\pm$ 0,03
Внесення добрива «Ефлюент» 55 т/га	1,36	1,31	1,34 $\pm$ 0,04
Внесення добрива «Ефлюент» 55 т/га + N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	1,36	1,31	1,34 $\pm$ 0,04
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	1,36	1,28	1,32 $\pm$ 0,06
НІР <sub>05</sub> , шт.	0,13	0,12	–

Агровиробники, шукаючи біологічні шляхи підвищення продуктивності кукурудзи, доволі часто ставлять питання про можливість використання у виробництві багатокачанних біотипів культури. Кількість качанів на рослині кукурудзи є спадковою ознакою, на яку можна впливати селекційним шляхом, а також частково агротехнічним, створюючи кращі умови вирощування. В несприятливих умовах вирощування багатокачанні гібриди мають значно меншу кількість безплідних рослин, хоч і не утворюють два качани, а за оптимального балансу поживних елементів у ґрунті, вологозабезпеченості, передзбиральної густоти стояння рослин та біоло-

гічних особливостей такі гібриди здатні формувати два господарсько-придатних качани [22].

Аналізуючи дані таблиці 1, необхідно зазначити, що у гібрида кукурудзи Кампоні КС кількість нормально розвинених качанів на рослині коливалась у середньому за два роки в межах від 1,09 до 1,34 шт.

У 2019 році вона становила 1,11–1,36 шт. На контролі (без застосування добрив та внесення води) кількість нормально сформованих качанів складала 1,11 шт., застосування біоорганічного добрива «Ефлюент» та мінеральних добрив забезпечило збільшення кількості качанів на 0,21–0,25 шт., а найвище значення цього показника 1,36 було на варіан-

тах де вносили біоорганічне добриво «Ефлюент» у нормі 55 т/га та мінеральне добриво в нормі  $N_{90}P_{90}K_{90}$ .

У 2020 р. за рахунок нерівномірного розподілу вологи в період вегетації кукурудзи спостерігалось зменшення кількості качанів, що сформувалися – 1,07–1,31 шт. Аналогічна до 2019 р. ситуація склалася щодо впливу системи вдобрення на вияв цієї ознаки, тобто вона збільшилась на 0,21–0,24 шт. (порівняно з контролем). Поліпшення умов живлення за рахунок внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» у нормі 35–55 т/га забезпечило найвище значення кількості качанів на рослині 1,31 шт. у 2020 році, а у 2019 році найвище значення кількості

качанів отримано на варіантах із нормою біоорганічного добрива 55 т/га та на варіантах із такою ж кількістю біоорганічного добрива у поєднанні з мінеральним добривом – 1,36 шт. Це пов'язано із забезпеченням рослин вологою в період вегетації.

Наступною ознакою є кількість рядів зерен качана, що є генетично зумовленою ознакою, завжди парною, у різних гібридів становить від 8 до 16 (частіше 12–14) і в меншій мірі залежить від умов вирощування [22].

Вплив органічних та мінеральних добрив на кількість рядів зерен у гібрида кукурудзи Кампоні КС приведено в таблиці 2.

**Таблиця 2 – Вплив системи вдобрення на кількість рядів зерен качана у гібрида кукурудзи Кампоні КС, шт. (за 2019–2020 рр.  $\pm$ Sr)**

Варіант удобрення	Кількість рядів зерен качана, шт.		
	2019 р.	2020 р.	середнє, $\pm$ Sr
Контроль (без добрив і без зрошення)	14,9	14,8	14,9 $\pm$ 0,07
Внесення води у нормі 45 т/га	15,1	15,0	15,1 $\pm$ 0,07
Внесення добрива «Ефлюент» 25 т/га	15,0	14,8	14,9 $\pm$ 0,14
Внесення добрива «Ефлюент» 35 т/га	15,2	15,2	15,2 $\pm$ 0,01
Внесення добрива «Ефлюент» 45 т/га	15,2	15,2	15,2 $\pm$ 0,01
Внесення добрива «Ефлюент» 55 т/га	15,4	15,4	15,4 $\pm$ 0,01
Внесення добрива «Ефлюент» 55 т/га + $N_{90}P_{90}K_{90}$	15,5	15,4	15,5 $\pm$ 0,07
$N_{90}P_{90}K_{90}$	15,5	15,4	15,5 $\pm$ 0,07
НІР <sub>05</sub> , шт.	0,86	0,65	–

Із даних таблиці 2 видно, що результати досліджень повністю підтверджують дані літературних джерел про генетичний контроль кількості рядів зерен у кукурудзи. В розрізі років можна вказати, що кількість рядів зерен у 2019 році в гібрида Кампоні КС становила 14,9–15,5 шт. та у 2020 році – 14,8–15,4 шт.

Внесення органічних та мінеральних добрив дещо покращувало значення кількості рядів зерен, але таке зростання виявилось не дуже значимим порівняно з контролем (без добрив та внесення води) – на 0,3–0,5 шт.

Система удобрення значно впливала на кількість зерен у ряду (табл. 3).

**Таблиця 3 – Вплив системи вдобрення на кількість зерен в ряду в гібрида кукурудзи Кампоні КС, шт. (за 2019–2020 рр.  $\pm$ Sr)**

Варіант удобрення	Кількість зерен у ряду, шт.		
	2019 р.	2020 р.	середнє, $\pm$ Sr
Контроль (без добрив і без зрошення)	40,5	38,2	39,4 $\pm$ 1,6
Внесення води у нормі 45 т/га	43,0	40,8	41,9 $\pm$ 1,6
Внесення добрива «Ефлюент» 25 т/га	46,2	43,8	45,0 $\pm$ 1,7
Внесення добрива «Ефлюент» 35 т/га	46,3	43,8	45,1 $\pm$ 1,8
Внесення добрива «Ефлюент» 45 т/га	46,3	43,7	45,0 $\pm$ 1,8
Внесення добрива «Ефлюент» 55 т/га	46,3	43,8	45,1 $\pm$ 1,8
Внесення добрива «Ефлюент» 55 т/га + $N_{90}P_{90}K_{90}$	47,5	45,4	46,5 $\pm$ 1,5
$N_{90}P_{90}K_{90}$	46,3	44,8	45,6 $\pm$ 1,1
НІР <sub>05</sub> , шт.	2,92	2,85	–

Кількість зерен у ряду у 2019 році в гібрида кукурудзи Кампоні КС коливалась у межах 40,5–47,5 шт. та у 2020 році – 38,2–45,4 шт. Аналіз кількості рядів зерен значно впливає на вияв цієї ознаки у досліджуваного гібрида кукурудзи забезпеченості рослин вологою та температурою, які впливали на ефективність використання внесених елементів живлення.

Унесення біоорганічного добрива та мінеральних добрив забезпечило зростання кількості

зерен у ряду в середньому за роки досліджень на 5,6–7,1 шт. (порівняно з контролем, де значення цієї ознаки становило 39,4 шт.)

Важливим структурним показником, який характеризує продуктивність, є маса 1000 зерен. У наших дослідженнях маса 1000 зерен у гібрида кукурудзи Кампоні КС залежали від морфологічної характеристики самого гібрида та від варіантів удобрення (табл. 4).

**Таблиця 4 – Вплив системи вдобрення на масу 1000 зерен у гібрида кукурудзи Кампоні КС, г (за 2019–2020 рр. ±Sr)**

Варіант удобрення	Маса 1000 зерен, г		
	2019 р.	2020 р.	середнє, ± Sr
Контроль (без добрив і без зрошення)	236,8	218,2	227,5±13,2
Внесення води у нормі 45 т/га	240,3	225,2	232,8±10,7
Внесення добрива «Ефлюент» 25 т/га	246,7	233,3	240,0±9,5
Внесення добрива «Ефлюент» 35 т/га	251,5	234,5	243,0±12,0
Внесення добрива «Ефлюент» 45 т/га	254,7	241,5	248,1±9,3
Внесення добрива «Ефлюент» 55 т/га	279,5	254,3	266,9±17,8
Внесення добрива «Ефлюент» 55 т/га + N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	303,0	269,5	286,3±23,7
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	289,1	267,2	278,2±15,5
HIP <sub>05</sub> , г	9,5	12,8	–

На контрольному варіанті без добрив та поливу середньостиглий гібрид кукурудзи Кампоні КС показав найменшу масу – 1000 зерен, яка становила у 2019 році – 236,8 г, у 2020 році – 218,2 г. Максимальне значення цього показника (порівняно з контролем) виявили у варіанті з внесенням 55 т/га біоорганічного добрива «Ефлюент» у поєднанні з мінеральним добривом у нормі N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> – 303 г та 269,5 у 2019 та 2020 роках відповідно.

Аналізуючи значення маси 1000 зерен за роками досліджень, варто зазначити, що погодні умови вегетаційного періоду впливали на ефективність використання елементів живлення з добрив та ґрунту, а також впливали на значення цього показника. Так значне зниження маси 1000 зерен виявлено у 2020 році (218,2–269,5 г), який виявився стресовим за вологозабезпеченням (порівняно з 2019 роком (236,8–303 г)).

Урожайність (як показник ефективності технології вирощування показує або окремих її елементів) показує те, наскільки ефективним був показник засвоєння сонячної енергії рослинами, використання енергетичних ресурсів та відповідної енергетичної оцінки як безпосередньо продукції, так і технологічних складників її виробництва, переробки, утилізації [22]. Система вдобрення у сучасних технологіях вирощування сільськогосподарських та овочевих культур є одним із найбільш важливих елементів, що дозволяє не лише значно підвищити врожайність, а й поліпшити її якість.

Результати проведених досліджень показали, що поліпшення забезпечення рослин макро- та мікроелементами позитивно впливає не лише на ріст і розвиток кукурудзи, а й на рівень урожайності (табл. 5).

**Таблиця 5 – Вплив системи удобрення на врожайність гібрида кукурудзи Кампоні КС, т/га (за 2019–2020 рр. ±Sr)**

Варіант удобрення	Урожайність, т/га		
	2019 р.	2020 р.	середнє, ± Sr
Контроль (без добрив і без поливу)	7,23	6,02	6,63±0,86
Внесення води у нормі 45 т/га	8,04	6,98	7,51±0,75
Внесення добрива «Ефлюент» 25 т/га	10,29	8,83	9,56±1,03
Внесення добрива «Ефлюент» 35 т/га	10,90	9,33	10,12±1,11
Внесення добрива «Ефлюент» 45 т/га	11,03	9,58	10,31±1,03
Внесення добрива «Ефлюент» 55 т/га	12,36	10,25	11,31±1,49
Внесення добрива «Ефлюент» 55 т/га + N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	13,83	11,26	12,55±1,82
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	12,87	10,76	11,82±1,49
HIP <sub>05</sub> , т/га	0,13	0,16	–

Із даних таблиці 5 видно, що найменші показники врожайності зерна гібрида кукурудзи Кампоні КС були на контрольному варіанті без добрив та поливу і в середньому за два роки склали 6,63 т/га. Внесення біоорганічних добрив «Ефлюент» та мінеральних добрив сприяло збільшенню врожайності на 2,93–5,92 т/га (порівняно з контролем).

Найбільший рівень урожайності середньостиглого гібрида Кампоні КС (12,55 т/га) отримано на варіанті з внесенням 55 т/га біоорганічного добрива «Ефлюент» у поєднанні з мінеральним добривом у нормі N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> д. р. на 1 га.

Досить важливим під час визначення ефективності вирощування кукурудзи є показник передзбиральної вологості зерна. Із даних літературних джерел [22] відомо, що внесення добрив може підвищувати рівень вологості зерна, що вимагає додаткових затрат на досушування. В період збирання врожаю вологість зерна гібридів кукурудзи може досягати понад 40%, а висушування до кондиційної вологості 14% на кожну тонну зерна кукурудзи вимагає затрат велику кількість енергії – 60–70% витрат палива від загальної потреби для вирощування кукурудзи, тобто 4–60 кг на сушіння

1 т качанів та 30–35 кг – 1 т зерна. Тому у вирощуванні кукурудзи слід спиратися на зовнішньокеоровані фактори, завдяки яким ми зможемо встановити оптимальні умови для росту, розвитку та дозрівання кукурудзи.

Результатами проведених досліджень установлений вплив на рівень передзбиральної вологості зерна гібрида кукурудзи Кампоні КС внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» та мінеральних добрив і їх сумішей (табл. 6).

**Таблиця 6 – Передзбиральна вологість зерна у гібрида кукурудзи Кампоні КС залежно від системи вдобрення, % (за 2019–2020 рр. ±Sr)**

Варіант удобрення	Вологість зерна, %		
	2019 р.	2020 р.	середнє, ± Sr
Контроль (без добрив і без поливу)	19,6	17,2	18,4±1,7
Внесення води у нормі 45 т/га	20,1	18,9	19,5±0,9
Внесення добрива «Ефлюент» 25 т/га	20,6	19,4	20,0±0,9
Внесення добрива «Ефлюент» 35 т/га	20,9	19,7	20,3±0,9
Внесення добрива «Ефлюент» 45 т/га	21,3	19,8	20,6±1,1
Внесення добрива «Ефлюент» 55 т/га	22,5	21,7	22,1±0,6
Внесення добрива «Ефлюент» 55 т/га + N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	24,8	22,8	23,8±1,4
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	23,9	22,5	23,2±1,0
НІР <sub>0,5</sub> , %	0,97	1,15	-

Із даних таблиці 6 видно, що найнижчий рівень передзбиральної вологості зерна гібрида кукурудзи Кампоні КС в середньому за два роки встановлено на контролі (без добрив та обприскування водою) – 18,4%. Застосування як органічних, так і мінеральних добрив, забезпечило зростання рівня передзбиральної вологості зерна на 1,6–5,4% (порівняно з контролем).

Найвище значення вологості зерна відмічено на варіанті із застосуванням 55 т/га біоорганічного добрива «Ефлюент» у поєднанні з мінеральним добривом (N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>) – 23,8% (НІР<sub>0,5</sub> удобрення = 0,97% та 1,15%) порівняно з контролем (19,6 та 17,2%), що негативно впливає на економічні показники вирощування зернової кукурудзи, оскільки вимагає додаткових затрат на досушування.

Аналізуючи рівень вологості зерна за роками досліджень, варто вказати на істотне зниження рівня передзбиральної вологості у 2020 році (17,2–22,8%) порівняно з 2019 (19,6–24,8%), що пов'язано з високими температурними показниками та нерівномірним розподілом атмосферних опадів у 2020 році.

**Висновки.** Поліпшення умов живлення рослин кукурудзи за рахунок внесення добрив сприяє збільшенню кількості качанів на рослині на 0,21–0,25 шт., кількості зерен у ряду – на 5,6–7,1 шт. порівняно із контрольним варіантом. Внесення органічних та мінеральних добрив дещо покращувало значення кількості рядів зерен, але таке зростання виявилось не дуже значним – на 0,3–0,5 шт. порівняно з контролем (без добрив та внесення води).

Удобрення посівів гібрида кукурудзи Кампоні КС біоорганічним добривом «Ефлюент» у нормі 55 т/га в поєднанні і мінеральним забезпечує найвище зростання маси 1000 зерен на 12,5–58,8 г в середньому за роки досліджень.

За результатами проведених досліджень можна зробити попередні висновки, що за удобрення посівів гібрида кукурудзи Кампоні КС біоорганічним

добривом «Ефлюент» у нормі 55 т/га та повним мінеральним добривом у нормі N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> спостерігали покращення забезпечення рослин елементами живлення, яке забезпечило найвище значення врожайності зерна.

Застосування органічних та мінеральних добрив забезпечує збільшення вологості зерна на 1,6–5,4% гібрида кукурудзи Кампоні КС порівняно з контролем.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Єрмакова Л.М., Каленська С.М. Біологія та екологія сільськогосподарських рослин. Вінниця : ФОП Данилюк, 2013. 636 с.
2. Паламарчук В.Д., Кричковський В.Ю. Перспективи використання дигістату для підвищення ефективності біогазових комплексів. *Матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції «Біоенергетичні системи»*. 29 травня 2020. Житомир. С. 124–128.
3. Мазур В.А., Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Паламарчук О.Д. Новітні агротехнології у рослинництві. Вінниця, 2017. 588 с.
4. Кузнецова А., Куценко К. Біогаз та «зелені тарифи» в Україні – чи вигідне інвестування? (Серія консультативних робіт АгрРР №. 26). Київ, 2010. 40 с.
5. Шишкин Н.Д. Анализ эффективности биоэнергетических установок. *Энергосбережение и водоподготовка*. 2004. № 4. С. 31–32.
6. Шворов С.А., Комарчук Д.С., Охріменко П.Г., Іванов П.В. Модель системи керування електротехнічним комплексом біогазової установки. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та енергетика АПК*. 2016. Вип. 242. С. 75–84.
7. Болтянська Н.І., Болтянський О.В. Формування моделі механізму застосування технологій ресурсозбереження на молочнотоварних фермах. *Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України: Збірник наукових праць*. Ніжин, 2019. Вип. 12. С. 26–32.

8. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Дослідження способів утилізації відходів птахівництва і тваринництва. *Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України: Збірник наукових праць*. Ніжин, 2019. Вип. 12. С. 298–304.

9. Ратушняк Г.С., Джеджула В.В. Інтенсифікація біоконверсії коливальним перемішуванням субстрату. Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. 117 с.

10. Ilona Sárvári Horváth, Meisam Tabatabaei, Keikhosro Karimi, Rajeev Kumar. Recent updates on biogas production – a review (Останні оновлення щодо виробництва біогазу – огляд). *Biofuel Research Journal*. 2016, Vol. 3, Issue 2, Spring. Pages 394–402.

11. Черевко Г., Шугало В. Сфери та переваги застосування біогазу у вирішенні енергетичних проблем. *Аграрна економіка. Серія Економіка природо-користування*. 2017. Т. 10, № 3–4. С. 127–132.

12. Скляр Р.В., Скляр О.Г., Мілько Д.О. Особливості процесу метаногенерації пташиного посліду. *Науковий вісник ТДАТУ: Електронне наукове фахове видання*. Мелітополь: ТДАТУ, 2018. Вип. 8. Т.2. (DOI: 10.31388/2220-8674-2018-2-6).

13. Орехович О. Біогазова установка для українського споживача. <https://chz.org.ua/wp-content/uploads/2016/04>.

14. Ратушняк Г.С., Джеджула В.В., Анохіна К.В. Моделювання нестационарних режимів теплообміну в біогазових реакторах. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2010. № 2. С. 142–145.

15. Мельник С. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні. (Міністерство аграрної політики та продовольства України. Український інститут експертизи сортів рослин). 2016. 81 с.

16. ДСТУ 4138-2002. Насіння с.-г. культур. Методи визначення якості. Київ: Держспоживстандарт України. 173 с.

17. Казаков Е.Д. Методы оценки качества зерна. Москва: Агропромиздат, 1987. 215 с.

18. Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ: Дія, 2005. 288 с.

19. ДСТУ ISO 6497:2005. Методи відбирання проб. [Розроблений вперше; введ. 01.01.08.]. Київ: Держспоживстандарт України, 2008. 19 с.

20. Гончар О.М., Андрущенко А.В. та ін. Методи визначення показників якості рослинницької продукції. Київ: Алефа, 2000. 114 с.

21. Vitalii Palamarchuk, Natalia Telekalo. The effect of seed size and seeding depth on the components of maize yield structure. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 24 (№ 5) 2018, 783-790.

22. Паламарчук В.Д., Дідур І.М., Колісник О.М., Алексєєв О.О. Аспекти сучасної технології вирощування висококрохмальної кукурудзи в умовах Лісо-степу правобережного. Вінниця: Видавництво «Друк». 2020. 536 с. (Протокол № 3 від «25» вересня 2020 р.).

#### REFERENCES:

1. Palamarchuk V.D., Polishchuk I.S., Yermakova L.M., Kalenska S.M. (2013). *Biologiya i ekologiya of agricultural plants*. 636 s [in Ukrainian].

2. Palamarchuk V.D., Krychkovskiy V.Iu. (2020). *Prospects for the use of digester to increase the efficiency of biogas complexes*. *Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference "Bioenergy Systems"*. 29 travnia 2020. Zhytomyr. 124-128 [in Ukrainian].

3. Mazur V.A., Palamarchuk V.D., Polishchuk I.S., Palamarchuk O.D. (2017). *The latest agricultural technologies in crop production*. Vinnytsia. 588 s [in Ukrainian].

4. Kuznetsova A., Kutsenko K. (2010). *Biohazard in Ukraine – is it profitable to invest? (AgPP Consulting Series 26. 26)*. 40 s [in Ukrainian].

5. Shishkin N. D. (2004). *Analysis of the efficiency of bioenergy installations*. *Energoberezhniye i vodopodgotovka* [Energy saving and water treatment]. 4. 31-32. [in Ukrainian].

6. Shvovor S. A., Komarchuk D. S., Okhrimenko P. H., Ivanov P. V. (2016). *Model of control system of electrotechnical complex of biogas plant*. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy. Seriya: Tekhnika ta enerhetyka APK* [Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Series: Engineering and energy of agro-industrial complex]. V. 242. 75. 84. [in Ukrainian].

7. Boltianska N.I., Boltianskyi O.V. (2019). *Formation of a model of the mechanism of application of resource saving technologies on dairy farms*. *Suchasni problemy ta tekhnologii ahrarynoho sektoru Ukrainy: Zbirnyk naukovykh prats* [Modern problems and technologies of the agricultural sector of Ukraine: Collection of scientific works]. V. 12. 26-32. [in Ukrainian].

8. Skliar O.H., Skliar R.V. (2019). *Research of methods of utilization of poultry and animal husbandry wastes*. *Suchasni problemy ta tekhnologii ahrarynoho sektoru Ukrainy: Zbirnyk naukovykh prats* [Modern problems and technologies of the agricultural sector of Ukraine: Collection of scientific works]. V. 12. 298-304. [in Ukrainian].

9. Ratushniak H. S., Dzhedzhula V. V. (2008). *Intensification of bioconversion by oscillating mixing of the substrate*. *Vinnytsia: UNIVERSUM-Vinnytsia*. 117 s. [in Ukrainian].

10. Ilona Sárvári Horváth, Meisam Tabatabaei, Keikhosro Karimi, Rajeev Kumar (2016). *Recent updates on biogas production – a review*. *Biofuel Research Journal*. Vol. 3, Issue 2, Spring Pages 394-402.

11. Cherevko H., Shuhalo V. (2017). *Areas and advantages of using biogas in solving energy problems*. *Ahrarna ekonomika. Seriya Ekonomika*

pyrodokorystuvannia [Agrarian economy. Series Economics of Nature Management]. T. 10, № 3-4. 127-132. [in Ukrainian].

12. Skliar R. V., Skliar O. H., Milko D.O. (2018). Osoblyvosti protsesu metanoheneratsii ptashynoho poslidu [Features of the process of methanogenesis of bird droppings]. Naukovyi visnyk TDATU: Elektronne naukove fakhove vydannia [Scientific Bulletin of TSATU: Electronic scientific professional publication]. V. 8. T. 2. (DOI: 10.31388/2220-8674-2018-2-6). [in Ukrainian].

13. Oriekhovich O. (2016). Biohazova ustanovka dlia ukrainskoho spozhyvacha [Biogas plant for the Ukrainian consumer]. <https://chz.org.ua/wp-content/uploads/2016/04>. [in Ukrainian].

14. Ratushniak H.S., Dzhezhdzula V.V., Anokhina K.V. (2010). Modeliuvannia nestatsionarnykh rezhymiv teplobminu v biohazovykh reaktorakh [Modeling of non-stationary modes of heat exchange in biogas reactors]. Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu [Bulletin of Khmelnytsky National University]. № 2. 142-145. [in Ukrainian].

15. Melnik S. (2016). Metodika provedennya ekspertizi sortiv roslin grupi zernovykh, krup'yanih ta zernobobovykh na pridatnist do poshirennya v UkraYinl. (Ministerstvo agrarnoyi polityki ta prodovolstva UkraYini. UkraYinskyi Institut ekspertizi sortiv roslin) [Methods of examination of plant varieties of cereals, cereals and legumes for suitability for distribution in Ukraine. (Ministry of Agrarian Policy

and Food of Ukraine. Ukrainian Institute of Plant Variety Examination]. 81 s. [in Ukrainian].

16. DSTU 4138-2002. Seeds of agricultural crops. Methods for determining quality. K.: Derzhspozhyvstandart of Ukraine. 173 s. [in Ukrainian].

17. Kazakov E.D. (1987). Metody otsenki kachestva zerna [Grain quality assessment methods]. 215 s. [in Russian].

18. Yeshchenko V.O. (2005). Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii [Fundamentals of scientific research in agronomy]. 288 s. [in Ukrainian].

19. DSTU ISO 6497: 2005. Sampling methods. [Developed for the first time; introduction. 01.01.08.]. K.: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2008. 19 p. [in Ukrainian].

20. Honchar O. M., Andrushchenko A. V. ta in. (2000). Metody vyznachennia pokaznykiv yakosti roslynnytskoi produktsii [Methods for determining the quality of plant products]. 114 s. [in Ukrainian].

21. Vitalii Palamarchuk, Natalia Telekalo (2018). The effect of seed size and seeding depth on the components of maize yield structure. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 24 (№ 5) / 783-790.

22. Palamarchuk V.D., Didur I.M., Kolisnyk O.M., Alieksieiev O.O. (2020). Aspekty suchasnoi tekhnolohii vyroshchuvannia vysokokrokhmalnoi kukurudzy v umovakh Lisostepu pravoberezhnoho [Aspects of modern technology of growing high-starch corn in the right-bank forest-steppe]. 536 s. [in Ukrainian].

УДК 631.45:631.58:632

DOI <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.75.12>

## ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ NO-TILL ПОРІВНЯНО З ТРАДИЦІЙНИМИ СИСТЕМАМИ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В СІВОЗМІНІ КОРОТКОЇ РОТАЦІЇ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

**МАНУЙЛЕНКО О.В.** – молодший науковий співробітник  
[orcid.org/0000-0001-6057-9606](https://orcid.org/0000-0001-6057-9606)

**КОНОВАЛОВ В.О.** – науковий співробітник  
[orcid.org/0000-0002-1725-1557](https://orcid.org/0000-0002-1725-1557)

**ГРІБІНЮК К.С.** – науковий співробітник  
[orcid.org/0000-0002-1365-6370](https://orcid.org/0000-0002-1365-6370)

**КАРПЕНКО О.І.** – молодший науковий співробітник  
[orcid.org/0000-0001-8190-9678](https://orcid.org/0000-0001-8190-9678)

**КОНОВАЛОВА В.М.** – заступник директора з наукової роботи  
[orcid.org/0000-0002-0655-9214](https://orcid.org/0000-0002-0655-9214)

Асканійська державна сільськогосподарська дослідна станція  
Інституту зрошуваного землеробства  
Національної академії аграрних наук України

**Постановка проблеми.** Нині не секрет, що кожне підприємство, зокрема і сільськогосподарське, намагається зекономити кошти на всьому (починаючи від заробітної плати працівників і завершуючи зменшенням витрат на паливо-мастильні матеріали). Обробіток ґрунту досить ресурсно-місткий процес, адже він потребує не тільки затрат праці, а й енергії, палива, які з кожним роком усе

дорожчають. У кращому разі аграрії вдаються просто до зменшення витрат або зниження їх рівня до нуля на вдобрення земель та їх орання. Звичайно, така ситуація погано відображається на врожайності, але запобігає руйнуванню рельєфу, оскільки ґрунти не підлягають ерозії [1].

Система обробітку ґрунту – це науково обґрунтоване поєднання всіх необхідних заходів. Метою