УДК 633.15:631.86:631.371:620.92:633/635

Віталій ПАЛАМАРЧУК
доктор сільськогосподарських наук, доцент
Вадим КРИЧКОВСЬКИЙ
директор ТОВ «Органік-Д», доктор філософії із Агрономії, старший викладач
Михайло СКАКУН
аспірант
Вінницький національний аграрний університет, Вінниця, Україна

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ДИГЕСТАТУ З СИЛОСНОЇ КУКУРУДЗИ ДЛЯ БІОЛОГІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ

Серед зернових культур кукурудза характеризується високою продуктивністю та різнобічним напрямком використання, особливо на силос та зерно. Дослідження використання та вирощування саме силосної кукурудзи як субстрату для біогазової станції дуже ефективні, оскільки силосна маса кукурудзи здатна підвищити ефективність виходу біогазу, а сама культура формує потужну вегетативну масу, яка за хімічним складом досить сприятлива для анаеробного зброджування в біогазових станціях, крім того після анаеробного зброджування залишається субстрат (дигестат), який можна використовувати в якості біоорганічного добрива для вирощування сільськогосподарських культур.

В результаті зброджування в реакторі біомаси кукурудзи отримується, крім біогазу, дигестат що є досить цінним біоорганічним добривом для підвищення родючості ґрунтів, поповнення запасів макро- та мікроелементів і накопичення вуглецю у ґрунті (карбонізації), зростання урожайності та якості продукції сільськогосподарських культур [1].

J. Urra et al. [2] та B. Karimi et al. [3] вказують, що завантаження 100 тис. тон біомаси кукурудзи у біогазову установку забезпечує формування такої ж кількості дигестату (біоорганічного добрива), в якому знаходиться кальцій, фосфор й азот у твердій і рідкій фракціях.

Використання дигестату сприятиме зниженню потреби в мінеральних добривах [4]. Ефективність анаеробного зброджування та виходу біогазу і дигестату із силосної маси кукурудзи залежить від хімічного складу зеленої маси і кількості органічної речовини, асортимент гібридів, зона вирощування, кліматичні умови, технологія вирощування та силосування і тривалість вегетаційного періоду [5, 6].

Дослідження проводились впродовж 2020-2024 рр., із використанням гібридів кукурудзи двох груп стиглості: середньоранньої П9071 (ФАО 280) та Амарос (ФАО 230) і середньостиглої Буріто (ФАО 390) та П9170 (ФАО 320).

Ґрунт дослідної ділянки – сірий лісовий середньо-суглинковий за

механічним складом, із вмістом гумусу – 1,5%; вмістом азоту – 9,6 мг / на 100 г ґрунту, рухомого фосфору – 8,5 і обмінного калію – 11,4 мг / на 100 г ґрунту. Технологія загально прийнята для даної ґрунтово-кліматичної зони.

Повторність досліду чотирьохразова, розміщення варіантів у досліді рендомізованих блоків. Площа досліду складала 0,5 га, а розмір облікової ділянки – 10,5 м^2. Збір та облік урожаю біомаси кукурудзи проводили в фазу молочно-воскової та воскової стиглості зерна [7]. Хімічний склад зеленої маси визначали у акредитованій лабораторії Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААНУ.

В результаті проведених досліджень встановлено, що вміст сухої речовини в зеленій масі кукурудзи станом на 10-14 серпня становив у групі середньоранніх гібридів: Амарос (ФАО 230) – 26,61 %, П9071 (ФАО 280) – 22,21 %, а у групі середньостиглих: П9170 (ФАО 320) – 23,52 % та Буріто (ФАО 390) – 22,87 % (табл. 1).

Таблиця 1

Вуглеводно-лігніновий комплекс зеленої маси гібридів кукурудзи, % у натуральній речовині

Назва гібриду	Крох-маль	Цукор	Сума легкороз-чинних вуглеводів	Целю-лоза	Геміце-люлоза	Лігнін	Сума структур-них вуглеводів
Амарос (ФАО 230)	0,63	5,04	12,69	6,33	6,66	1,35	14,34
П9071 (ФАО 280)	0,44	3,39	9,40	4,47	5,29	1,09	10,85
П9170 (ФАО 320)	0,37	2,15	9,71	6,61	6,83	1,25	14,69
Буріто (ФАО 390)	0,18	6,91	13,44	5,31	6,03	1,60	12,94

На вихід біогазу і на якість кормової цінності силосної маси істотний вплив має вміст сирої клітковини, яка також визначалась у натуральній та абсолютно сухій речовині. Найвищий вміст сирої клітковини відмічений у гібриду П9170 – 6,32 та 26,86 %, відповідно у натуральній та абсолютно сухій речовині. Найвищий вміст крохмалю станом на 10-14 серпня 2020 року відмічений у гібриду Амарос – 0,63 %, тоді як у інших досліджуваних гібридів він становив П9071 – 0,44 %, П9170 – 0,37 % та Буріто – 0,18 %, вміст цукру був Буріто – 6,91 %, Амарос – 5,04 %, П9071 – 3,39 % та П9170 – 2,15 %. Найвища сума легкорозчинних вуглеводів встановлена у гібриду Буріто – 13,44 % середньостиглої групи стиглості та середньораннього гібриду Амарос – 12,69 %, тоді як у інших гібридів вона склала – П9071 – 9,40 % та П9170 –

9,71 %.

Найвищою сума легкорозчинних вуглеводів була у середньостиглого гібриду Буріто – 13,44 % та середньораннього гібриду Амарос – 12,69 %, тоді як у інших гібридів вона становила – П9071 – 9,40 % та П9170 – 9,71 %.

Целюлоза, геміцелюлоза, та лігнін характеризуються поганою розчинністю, а високий їх вміст у рослинній біомасі може знижувати вихід біогазу. Найвищим вміст геміцелюлози та целюлози встановлений у гібридів П9170 (ФАО 320) – 6,83 і 6,61 % та Амарос (ФАО 230) – 6,66 і 6,33 %, відповідно. Вміст лігніну був найвищим у середньостиглого гібриду кукурудзи Буріто 1,60 % та середньораннього гібриду Амарос – 1,35 %. Сума структурних вуглеводів виявилася найвищою у гібридів П9170 (ФАО 320) – 14,69 % та Амарос (ФАО 230) – 14,34 %, тоді як у гібриду Буріто (ФАО 390) вона становила 12,94%, а у гібриду П9071 (ФАО 280) вона була найменшою і склала 10,85 %.

Зміщення строків збирання зеленої маси досліджуваних гібридів кукурудзи вплинуло і на характеристику хімічного складу та вуглеводно-лігніновий комплекс.

Вміст крохмалю у даний період зріс на 25,38-27,72 % порівняно із вмістом який був на період 10-14 серпня 2020 року, і склав у гібриду П9071 (ФАО 280) – 39,70%, П9170 (ФАО 320) – 38,10 %, Буріто (ФАО 390) – 33,25 % та Амарос (ФАО 230) – 27,76 %. Вміст цукру в зеленій масі кукурудзи знизився в порівнянні з періодом 10-14 серпня на 5,07-25,40 %, і становив Амарос (ФАО 230) – 5,05 %, Буріто (ФАО 390) – 4,81 %, П9071 (ФАО 280) – 4,49 % та П9170 (ФАО 320) – 4,09 %. Сума структурних вуглеводів (геміцелюлози, целюлози та лігніну) виявилася найвищою у середньостиглого гібриду кукурудзи Буріто – 35,59 % та середньораннього гібриду Амарос – 33,14 %.

Характеристику урожайності зеленої маси досліджуваних гібридів кукурудзи станом на 14 серпня 2020 року приведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Урожайність зеленої маси гібридів кукурудзи різних груп стиглості (за 2020 р.)

Назва зразка (зелена маса кукурудзи)	Суха речовина,%	Урожайність, т/га	Вихід сухої речовини на 1 га, т
Амарос (ФАО 230)	26,61	55,3	14,72
П9071 (ФАО 280)	22,21	68,9	15,30
П9170 (ФАО 320)	23,52	73,1	17,19
Буріто (ФАО 390)	22,87	78,1	17,86
$НІР_{0,5}$, т/га		4,82	1,30

Нами встановлено, що найвища урожайність становила у середньостиглих гібридів кукурудзи Буріто – 78,1 т/га та П9170 – 73,1 т/га, тоді як у групі середньоранніх гібридів вона склала Амарос – 55,3 т/га та П9071 – 68,9 т/га. Аналогічна тенденція прослідковується і для виходу сухої речовини із

одиниці площі: Буріто – 17,86 т/га та П9170 – 17,19 т/га.

Встановлено, що хімічний склад та вуглеводно-лігніновий комплекс зеленої маси досліджуваних гібридів кукурудзи може змінюватись залежно від фенологічної фази росту і розвитку рослин.

Зміщення строків збирання зеленої маси досліджуваних гібридів кукурудзи вплинуло і на характеристику хімічного складу та вуглеводно-лігніновий комплекс. При цьому вміст крохмалю у цей період зріс на 25,38-27,72 %, вміст цукру в зеленій масі знизився на 5,07-25,40 % в порівнянні із вмістом який був 10-14 серпня. Вміст геміцелюлози, целюлози та лігніну, в період 20-24.09.2020 р. виявилася найвищим у середньостиглого гібриду кукурудзи Буріто – 35,59 % та середньораннього гібриду Амарос – 33,14 %.

Найбільш придатні для виробництва біогазу в якості субстрату біогазових станцій силосні гібриди кукурудзи середньостиглої групи стиглості П9170 (ФАО 320) та Буріто (ФАО 390), які забезпечують найвищу урожайність та вихід органічної речовини із одиниці площі та мають сприятливий хімічний склад та вуглеводно-лігніновий комплекс зеленої маси.

Список використаної літератури

1. Болтянська Н.І., Болтянський О.В. Формування моделі механізму застосування ресурсозберігаючих технологій на молочних фермах. *Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України: Збірник наукових праць*. 2019. №12. С. 26-32.

2. Karimi B., SadetBourgeteau S., Cannavacciuolo M., Chauvin C., Flamin C., Haumont A., JeanBaptiste V., Reibel A., Vrignaud G., Ranjard L. Impact of biogas digestates on soil microbiota in agriculture: A review. *Environmental Chemistry Letters.* 2022. №20. P. 3265-3288. doi:10.1007/s10311-022-01451-8.

3. Urra, J., Alkorta, I., Garbisu, C. Potential benefits and risks for soil health derived from the use of organic amendments in agriculture. *Agronomy*. 2019. №9(9). P. 542. doi: 10.3390/agronomy9090542.

4. Popović, V., Vučković, S., Jovović, Z., Ljubičić, N., Kostić, M., Rakaščan, N., Ikanović, J. Genotype by year interaction effects on soybean morphoproductive traits and biogas production. *Genetika*. 2020. №52(3). P. 1055-1073. doi: 10.2298/GENSR2003055P

5. Паламарчук В. Д., Кричковський В.Ю., Рудська Н.О., Колісник О. М. Новітні технології вирощування овочевих культур та кукурудзи за використання дигестату біогазових станцій: монографія. Вінниця: Друкарня «Друк», 2023. 296 с. http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/33725.pdf

6. Барило А. А., Бенменні М., Будько М. О. [та ін.]. Відновлювані джерела енергії: монографія. / За заг. ред. С. О. Кудрі. Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2020. 392 с.

7. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Методика польового досліду (зрошуване землеробство). Херсон: Грінь Д.С., 2014. 448 с.