

– тої культури призначених на корм тваринам; k_{oni} – кількість кормових одиниць в 1 кг поживних решток i – тої культури, к.о./кг;

Розв'язком даної системи рівнянь є оптимальна структура посівних площ сільськогосподарських культур та поголів'я худоби в господарстві для виробництва екологічно чистої продукції.

Встановлено, що впровадження екологічно чистого виробництва рослинної продукції при $\alpha = 0,067$ можливе в господарствах тваринницького напрямку. Визначено, що в структурі посівних площ питома вага кормових культур становить 70 % від загальної площі ріллі за традиційною технологією отримання органічних добрив. Впровадження компостування для отримання органічних добрив суттєво змінює структуру посівних площ, де полоща під кормовими культурами зменшується від 70 до 60 %, а поголів'я тварин в господарстві суттєво не змінюється.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кабець М.І. Органічне землеробство в контексті сталого розвитку, пр. «Аграрна політика для людського розвитку» Київ, Україна – Травень 2004. 23 с.
2. Федоренко Я.А. Ставлення та розвиток органічного землеробства в Україні: історичний контекст. Грані. 2013. № 4. С. 20–23.
3. Глумачний словник із загального землеробства / за ред. В.П. Гудзя. К.: Аграрна наука, 2004. 224 с.
4. Екологічне землеробство. URL: http://terminovo.com.ua/catalog-ua/article_info.php?articles_id=171.
5. Писаренко П.В. Органічне землеробство. URL: http://www.agromage.com/stat_id.php?id=677.
6. Про виробництво та обіг органічної сільськогосподарської продукції та сировини: Верховна Рада України; Закон від 03.09.2013 № 425-VII.
7. Шичула Н., Доля Н. Коцепция биологизации земледелия для производства экологически чистой продукции. Эколого-экономические проблемы причерноморского региона: материалы международного научно-практического семинара (г. Очаков, 21–23 сентября 1992 года). Николаев, 1993. С. 26–38.
8. Лінник М.К., Сенчук М.М. Технології і технічні засоби виробництва та використання органічних добрив: монографія / за ред. В.В. Адамчука. Ніжин. Видавець ПП Лисенко М.М., 2012. 248 с.
9. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. Львів, 2002. 797 с.

УДК 633.13:633.3:631.5

ГРАБОВСЬКИЙ М.Б., д-р с.-г. наук

Білоцерківський національний аграрний університет

ROUBÍK HUNEK, doc. Ing., Ph.D.

University of Life Sciences Prague

КУЧЕРУК П.П., канд. техн. наук

Інститут технічної теплофізики НАН України

ПАВЛІЧЕНКО К.В., здобувач ступеня доктора філософії

Білоцерківський національний аграрний університет

РОЗРАХУНКОВИЙ ВИХІД БІОГАЗУ І МЕТАНУ У ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРІВ

Наведено результати вивчення впливу різних видів добрив на розрахунковий вихід біогазу і метану з зеленої маси гібридів кукурудзи. Встановлено, що найбільш ефективним для виробництва метану може бути застосування добрив $N_{120}P_{90}K_{90}$ у варіанті обробки насіння YaraTera Tenso Cocktail (0,15 кг/т)+обприскування кукурудзи у фазі 3–5 листків YaraVita Kombiphos (3 л/га).

Ключові слова: кукурудза, біогаз, метан, гібрид, добрива, зелена маса.

Для виробництва біогазу та метану кукурудза має найбільше значення, як відновлювальна сировина, за рахунок високого потенціалу врожайності. Технологія вирощування і зберігання кукурудзи на силос технологічно розвинена і досить оптимізована [1]. Вирощують спеціальні підібрані енергетичні гібриди кукурудзи, що мають урожайність сухої маси 9–30 т/га [2]. Залежно від гібрида кукурудзи, технології вирощування та фази збирання, це приблизно становить 5300–9000 м³/га метану [3]. Відмічено послідовне

збільшення виходу метану зі збільшенням групи стиглості гібридів кукурудзи. Найбільший вихід метану 9370 м³/га отримано у пізньостиглого гібриду. Пізньостигла енергетична кукурудза може повністю використати тепловий режим вегетаційного періоду в Німеччині [4].

В умовах Лісостепу України найвищі показники виходу біогазу отримано у середньостиглого і середньопізнього гібридів кукурудзи Моніка 350 МВ і Бистриця 400 МВ при внесенні N₁₀₀P₈₀K₈₀ – 8,74 і 9,41 тис. м³/га, що вище ніж на варіанті без добрив на 53,0 і 55,1 %. Вихід біогазу у середньораннього і ранньостиглого гібридів Білозірський 295 СВ і Товтрянський 188 СВ становив 4,31–7,47 тис. м³/га, що на 5,9–40,7 % менше ніж у більш пізньостиглих форм [5].

Серед багатьох факторів, які підвищують досягнення потенційної продуктивності сортів та гібридів кукурудзи, вагому роль відіграють добрива, особливо азотні [6]. Підвищені дози азотних добрив (80–160 кг/га) збільшують урожайність біомаси та вихід біометану з кукурудзи, але при цьому зростають витрати енергії на 1 га [7]. Найвищий вихід біогазу отримано з кукурудзяного силосу за внесення азотних добрив 80 кг/га – 194,5–315,3 м³/т. Вирощування кукурудзи на високому фоні внесення азотних добрив виявилися найбільш ефективною [8].

Метою наших досліджень було вивчення впливу різних видів добрив на розрахунковий вихід біогазу і метану з зеленої маси гібридів кукурудзи. Наші дослідження проводилися в 2019–2021 рр. на базі СТОВ «Птахоплемзавод Коробівський» Житомирської області за наступною схемою: гібриди кукурудзи (Фактор А): Амарос (ФАО 230), Богатир (ФАО 290), КВС 381 (ФАО 350), Каріфолс (ФАО 380); мінеральні добрива (Фактор В): контроль (без добрив), N₉₀P₆₀K₆₀, N₁₂₀P₉₀K₉₀; мікродобрива (С): Без обробки (контроль), обробка насіння YaraVita Terposyn NP+Zn (5 л/т)+обприскування кукурудзи у фазі 3–5 листків YaraVita Maize Boost (4 л/га), обробка насіння YaraTera Tenso Cocktail (0,15 кг/т)+ обприскування кукурудзи у фазі 3–5 листків YaraVita Kombiphos (3 л/га). Повторність дослідів чотирьохразова. Площа облікової ділянки – 184 м². Вихід біогазу отримано розрахунковим методом згідно з методичними рекомендаціями [9].

За результатами досліджень встановлено, що загальний діапазон значень розрахункового питомого виходу метану становив від 272,1 до 356,6 нм³/т СОР (сухої органічної речовини). В перерахунку на зелену масу кукурудзи це складає 97,2–129,2 нм³/т. Питомий вихід біогазу і метану в перерахунку на одиницю площі знаходиться в межах 9127–13346 і 3860–6630 нм³/га.

Найвищий вихід метану отримано у гібриду кукурудзи Каріфолс – 5338–6630 нм³/га, дещо менше у гібриду КВС 381 – 5062–6128 нм³/га, у гібриду Богатир – 4681–5856 нм³ СН₄/га і найменший у гібриду Амарос – 3861–4849 нм³ СН₄/га. На варіантах з використанням добрив гібрид Каріфолс мав на 36,6 % вищий потенціал виходу метану у порівнянні з гібридом Амарос.

Спостерігається зростання виходу біогазу на 15,2–22,4 % при застосуванні N₉₀P₆₀K₆₀, на 21,7–30,9 % при N₁₂₀P₉₀K₉₀ і на 1,8–3,6 % при використанні мікродобрив порівняно з варіантами без їх вживання. Аналогічний вплив добрива мали і на вихід метану. Слід відмітити, що варіант із мікродобривами YaraVita Terposyn NP+Zn (5 л/т)+обприскування кукурудзи у фазі 3–5 листків YaraVita Maize Boost (4 л/га) несуттєво впливає на вихід біогазу та метану при застосуванні окремо від макродобрив і фактично відсутній у поєднанні з внесенням макродобрив (NPK). При цьому потенціал виходу метану на варіантах без макродобрив коливається в діапазоні від -0,4 до +4,0 %, а при внесенні N₉₀P₆₀K₆₀ – від -1,1 до +0,8 %, а у випадку N₁₂₀P₉₀K₉₀ – від -1,4 до +1,6 %.

Більш ефективним для виробництва метану може бути застосування добрив у варіанті обробки насіння YaraTera Tenso Cocktail (0,15 кг/т)+ обприскування кукурудзи у фазі 3–5 листків YaraVita Kombiphos (3 л/га), що дозволяє підвищити потенціал виходу метану на варіантах без макродобрив (NPK) на +0,8–4,8 %, при внесенні N₉₀P₆₀K₆₀ – від +1,6 до +6,1 % а при застосуванні N₁₂₀P₉₀K₉₀ – від +0,2 до +3,9 %.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Biogas Production from Energy Maize / Amon T. et al. Landtechnik. 2006. №2. P. 86–87.
2. Braun R. Anaerobic digestion: a multi-faceted process for energy, environmental management and rural development. Springer, Dordrecht. 2007. P. 335–415.
3. Amon T., Kryvoruchko V., Amon B. Methane production from maize, grassland and animal manures through anaerobic digestion. Sustainable Organic Waste Management for Environmental Protection and Food Safety II. 2004. P. 175–182.
4. Oechsner H., Lemmer A., Neuber C. Feldfruchte als Garsubstrat in Biogasanlagen. Landtechnik. 2003. 58. P. 146–147.
5. Грабовський М.Б., Грабовська Т.О., Городецький О.С., Курило В.Л. Формування продуктивності кукурудзи на силос залежно від фону мінерального живлення. Зрошуване землеробство. 2019. Вип. 71. С. 37–40.
6. Singh B.A., Krantz G.B. Agronomic production techniques in sorghum. New Delhi: Oxford & IBH Publishing Co, 1972. P. 302–333.
7. Oleszek M., Matyka M. Energy Use Efficiency of Biogas Production Depended on Energy Crops, Nitrogen Fertilization Level, and Cutting System. Bioenerg. Res. 2020. 13. P. 1069–1081. DOI: [10.1007/s12155-020-10147-2](https://doi.org/10.1007/s12155-020-10147-2)
8. Krzystek L., Wajszczuk K., Pazera A. The Influence of Plant Cultivation Conditions on Biogas Production: Energy Efficiency. Waste Biomass Valor. 2020. 11. P. 513–523. DOI: [10.1007/s12649-019-00668-z](https://doi.org/10.1007/s12649-019-00668-z)
9. Методичні рекомендації з розрахунку виходу біогазу та біоетанолу з біоенергетичних культур / Грабовський М.Б. та ін. Біла Церква. 2021. 28 с.

УДК 633.34:631.847.211

ПАНЧЕНКО Т.В., канд. с.-г. наук

ГОРНОВСЬКА С.В., канд. с.-г. наук

Білоцерківський національний аграрний університет

НОВОХАЦЬКИЙ М.Л., канд. с.-г. наук

УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

РЕЗУЛЬТАТИ ОБРОБКИ СОЇ НА ЗЕРНО БАКТЕРІАЛЬНИМИ ПРЕПАРАТАМИ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Збільшення урожайності зернобобових культур є досить актуальним пи танням. Можливістю позитивно впливати на врожайність та якість насіння сої характеризуються бактеріальні препарати, які позитивно стимулюють ріст та розвиток рослин. Вони збільшують адаптивність бобових до водних, температурних та інших стресових умов.

Ключові слова: Бактеріальні препарати, інокуляція, бульбочкові бактерії, урожайність, вегетативна маса, суха речовина.

Обробка насіння бобових культур перед посівом бактеріальними препаратами не новий агротехнічний прийом. Відомо, що бобові рослини за допомогою бульбочкових бактерій здатні засвоювати вільний азот повітря, задовольняючи цим частково або повністю потребу в ньому. Вони можуть збагачувати ґрунт легкодоступними формами азоту.

Симбіоз бобових рослин із бульбочковими бактеріями корисний для макросимбіонта тільки за умови дефіциту зв'язаних форм азоту. Проте при достатній кількості доступного азоту в ризосфері кореня бульбочкові бактерії починають засвоювати його не тільки з повітря, але із ґрунту. За даними дослідників бульбочкові бактерії досить широко розповсюджені в ґрунтах [1]. Найбільш поширені штами *Rhizobium* і *Bradyrhizobium* їх кількість 0,1–8,0 % від загальної кількості бактерій у ризосфері та 0,01–0,14 % від їх біомаси [2]

Фактори, що негативно діють на рослину, так само діють і на розвиток бактерій, і функціонування бульбочок. Бульбочкові бактерії належить до мікроорганізмів, які здатні до гетеротрофного і симбіотрофного способу життя. В результаті взаємно-корисного існування зростає екологічний потенціал обох партнерів симбіозу, один з яких отримує нову метаболічну функцію фіксацію молекулярного азоту повітря, а другий отримує захист від дії факторів зовнішнього середовища та елементи живлення [3].

Ступінь засвоєння вільного азоту залежить від кількості і розміру бульбочок на коренях бобових рослин, а також від активності азотфіксуючих бактерій, що знаходяться в них. Водночас навіть на ґрунтах, де раніше бобові вже оброблялися, часто можна спостерігати, що