

## ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ ЯК СИРОВИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОГАЗУ

**М. Б. ГРАБОВСЬКИЙ**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент,  
завідувач кафедри технологій в рослинництві та захисту рослин,  
ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-8494-7896>  
Білоцерківський національний аграрний університет  
E-mail: [nikgr1977@gmail.com](mailto:nikgr1977@gmail.com)

**Анотація.** Метою роботи було визначити вплив ширини міжрядь на продуктивність кукурудзи на силос та вихід біогазу. Польові дослідження проводили в 2012–2015 рр. на дослідному полі Білоцерківського національного аграрного університету. Вивчали чотири гібриди кукурудзи: ДП Пивиха (ФАО 180), ДП Галатея (ФАО 260), Моніка 350 МВ (ФАО 380), Бистриця 400 МВ (ФАО 450) і дві ширини міжрядь: 45 і 70 см. Встановлено, що на варіантах з міжряддям 45 см врожайність зеленої маси кукурудзи була вищою на 3,6–5,6 %, а збір сухої речовини – на 3,2–6,0 % порівняно з міжряддям 70 см. В несприятливі за кліматичними умовами роки урожайність зеленої маси знижувалась на 1,5–10,7 % у посівах з міжряддям 45 см порівняно з 70 см. Суттєвого впливу ширини міжрядь на розрахунковий вихід біогазу не відмічено.

Вищими показниками урожайності зеленої і сухої маси, виходом біогазу відзначався гібрид кукурудзи Бистриця 400 МВ, але в роки досліджень не відмічено достовірної різниці з гібридом Моніка 350 МВ. За рахунок регулювання площі живлення рослин кукурудзи можливо управляти формуванням господарсько-цінних ознак, рівнем продуктивності та розрахунковим виходом біогазу.

**Ключові слова:** кукурудза, ширина міжрядь, зелена маса, суха речовина, біогаз

### Актуальність.

З появою останніми роками нової кормозбиральної техніки з'явилася можливість вирощувати кукурудзу на силос з більш вузькими міжряддями. Перевагами вузьких міжрядь є кращий розподіл рослин площею живлення, більш рівномірне засвоєння рослинами поживних речовин, краще використання внесених добрив, більш раннє зми-

кання рядів і поліпшення мікроклімату всередині посіву, зниження ерозії, зменшення витрат на гербіциди. Можливіми недоліками вузьких міжрядь є підвищені витрати насіння, необхідність використання спеціальних сівалок і те, що збирання можливе тільки зі спеціальними приставками до кормозбиральних комбайнів (Lisowski A., Figurski R., Kostyra K., Sypula M., Klonowski J., Swietochowski A., Sobotka T., 2014).

На сьогоднішній день для більшості гібридів кукурудзи на зерно та силос, встановлена оптимальна ширина міжрядь, в той же час потрібне більш детальне дослідження цього показника за вирощування кукурудзи на силос як біоенергетичної культури для виробництва біогазу.

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Для кращого використання сонячного світла, вологи і поживних речовин ґрунту, а також послаблення негативного взаємного впливу рослин кукурудзи найбільш доцільним є рівномірний розподіл, за якого площа живлення кожної з них наближається до квадрату. За даними І. І. Синягіна (Синягин И. И., 1970) перехід від форми живлення  $70 \times 17,5$  см до менш витягнутої  $50 \times 25$  см забезпечує приріст врожаю зерна кукурудзи 4,3–7,2 ц / га.

За даними досліджень проведеними в Степу України посідання надшироких міжрядь (210 см) і смугових посівів ( $210 \times 70$ ) із загушенням посівів відповідно до 60 і 70 тис рослин на 1 га порівняно із прийнятою у практиці шириною міжрядь 70 см і густотою посівів до 40 тис рослин на 1 га дає можливість на 15,8–26,3 % підвищити урожайність зерна кукурудзи (Дробітько А. В., Нікончук Н. В., 2011).

В середньому за два роки випробувань в штаті Мічиган (США) урожайність зерна кукурудзи підвищилась на 2 і 4 % за звуження ширини міжрядь із 76 см до 56 і 38 см. За максимальної густоти 90 тис шт./га отримано найвищу урожайність зерна (11,3 т / га) (Widdicombe W. D., Thelen K. D., 2002).

Підвищення урожайності силосної маси кукурудзи на 4–9 %, вирощеної на полях з шириною міжрядь 15 або 20 дюймів порівняно з 30-дюймовими рядами, відмічено на півночі Сполучених Штатів. Ширина міжрядь не впливала на якість силосу або індивідуальну продуктивність рослин. Водночас збільшення врожайності зеленої маси кукурудзи на ділянках з вузькими міжряддями спостерігалось не у всі роки (Stahl L., Coulter J., Bau D., 2009).

У дослідях А. О. Бабича та ін. (Бабич А. О., Мережко М. М., Липовий В. Н., 2000) у посівах із шириною міжрядь 45 см максимальну урожайність зеленої маси 610 ц / га, а збір сухої речовини – 155 ц / га, одержано під час вирощування середньораннього гібрида кукурудзи Дніпровський 273 АМВ з густотою рослин 120 тис шт. / га. Порівняно із широкорядним способом сівби (міжряддя 70 см, густота рослин 120 тис шт. / га) урожайність зеленої маси була вищою на 116 ц / га, а сухої речовини на 21 ц / га.

Покращення просторового розміщення рослин, яке забезпечується за сівби кукурудзи стрічковим способом за схемою  $46 \times 24$  см і внесення 40 т / га гною  $+N_{180}P_{90}K_{205}$  дає можливість підвищити урожайність зеленої маси ранньостиглого гібрида кукурудзи на 214–291 ц / га та збір сухої речовини – на 56–83 ц / га; середньораннього гібрида відповідно – на 215–295 ц / га і 57–84 ц / га порівняно із широкорядним посівом з міжряддям 70 см, густотою рослин 80 тис / га і внесенням 40 т / га гною (Липовий В.Н., 2001).

**Мета дослідження** – визначити вплив ширини міжрядь на продуктивність кукурудзи на силос та вихід біогазу.

## Матеріали і методи дослідження.

Польові досліди проводили в умовах дослідного поля Білоцерківського національного аграрного університету, яке розміщене в Правобережному Лісостепу України.

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий вилугуваний. Агрохімічна характеристика ґрунту: вміст гумусу (за Тюрнінім і Кононовою) – 3,5–4,2%; азоту, що легко гідролізується (за Корнфілдом) – 90–120 мг / кг ґрунту; рухомого фосфору і обмінного калію (за Чириковим) – відповідно 130–160 і 120–130 мг / кг ґрунту.

Дослідження проводили в 2012–2015 рр. за наступною схемою:

- фактор А. Гібриди кукурудзи. 1. ДП Пивиха (ФАО 180); 2. ДП Галатея (ФАО 260); 3. Моніка 350 МВ (ФАО 380); 4. Бистриця 400 МВ (ФАО 450);
- фактор В. Ширина міжрядь. 1. 45 см. 2. 70 см.

Сівбу проводили за температури ґрунту на глибині загортання насіння 12–14 °С. Збирання врожаю відбува-

лося у фазі воскової стиглості зерна кукурудзи.

Погодні умови вегетаційного періоду кукурудзи у 2013–2014 рр. були сприятливими для росту, розвитку і продуктивності кукурудзи. У 2012 і 2015 рр. спостерігалась ґрунтова та повітряна засуха, що вплинуло на зменшення продуктивності досліджуваних гібридів.

Агротехніка в досліді відповідала загальноприйнятій для центрального Лісостепу України, крім досліджуваних факторів. Методичною основою виступали “Основи наукових досліджень в агрономії” (Єщенко В. О., 2005). Вихід біогазу отримано розрахунковим методом, згідно з методичними рекомендаціями (Ganzhenko, O. M. et al., 2017).

## Результати дослідження та їх обговорення.

За роки досліджень максимальну урожайність зеленої маси (47,9 т / га) одержано за вирощування середньопізнього гібриду Бистриця 400 МВ з шириною міжрядь 45 см (табл. 1).

### 1. Зміна врожайності зеленої маси кукурудзи залежно від ширини міжрядь, т / га

Гібриди	Ширина міжрядь, см	2012 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.	Середнє
ДП Пивиха	70	35,6	45,3	44,2	35,0	40,0
	45	33,9	51,2	49,8	32,8	41,9
ДП Галатея	70	36,5	48,6	47,7	37,4	42,6
	45	35,2	53,7	55,8	35,1	45,0
Моніка 350 МВ	70	38,1	50,4	52,5	37,9	44,7
	45	37,5	56,3	57,8	36,8	47,1
Бистриця 400 МВ	70	40,0	51,6	53,7	39,6	46,2
	45	36,4	59,1	60,3	35,8	47,9
НІР <sub>05</sub> , т/га в 2012 р., для фактора: А – 0,8; В – 1,1; АВ – 2,0 НІР <sub>05</sub> , т/га в 2013 р., для фактора: А – 1,2; В – 1,5; АВ – 2,8 НІР <sub>05</sub> , т/га в 2014 р., для фактора: А – 1,3; В – 1,6; АВ – 3,1 НІР <sub>05</sub> , т/га в 2015 р., для фактора: А – 0,9; В – 1,1; АВ – 2,3						

Порівняно із широкорядним способом сівби (з міжряддям 70 см) урожайність зеленої маси була вищою на 1,7 т / га. У гібридів Моніка 350 МВ, ДП Галатея і ДП Пивиха ця різниця становила 2,4 і 1,9 %. Мінімальною продуктивністю відзначався ранньостиглий гібрид ДП Пивиха на варіанті з міжряддям 70 см – 40,0 т / га.

В несприятливі за кліматичними умовами роки (2012 і 2015 рр.) урожайність зеленої маси знижувалась на 1,5–9,6 та 1,3–10,7 %, у посівах з міжряддям 45 см, порівняно з 70 см. Це пояснюється вищою конкуренцією рослин кукурудзи за воду у більш загущених посівах з міжряддям 45 см, порівняно з 70 см в умовах дефіциту вологи. В більш сприятливими за вологозабезпеченням 2013–2014 рр. урожайність зеленої маси на ділянках з міжряддям 45 см була вищою на 9,5–12,7 % порівняно із широкорядним посівом 70 см.

Результати наших досліджень підтверджуються даними С. С. Кравця (Кравець С. С., 2013) яким встановлено, що урожайність зерна кукурудзи як на

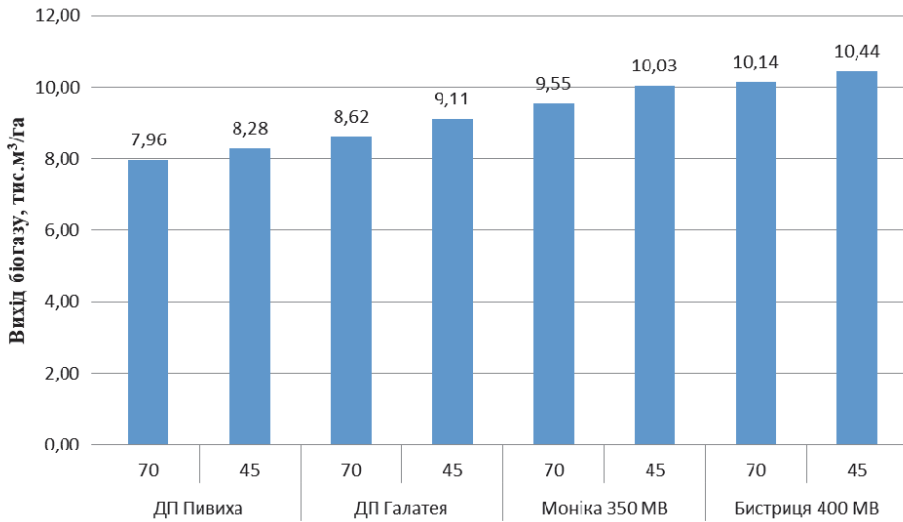
гербицидному, так і на безгербицидних фонах збільшувалася за звуження міжрядь. Максимальне зростання (1,25 т / га) врожайності спостерігалось у разі звуження міжрядь та застосування гербицидів Харнес (2,5 л / га) + Діаленсупер (1,25 л / га) порівняно з міжряддями 70 см.

Урожайність сухої речовини змінювалась аналогічно зеленій масі: максимальні значення цього показника були за ширини міжрядь 45 см у гібриду Бистриця 400 МВ – 15,0 т / га (табл. 2).

В середньому за 2012–2015 рр. вища на 0,5–0,7 т / га урожайність сухої речовини відмічена на варіантах із шириною міжрядь 45 см. Але в роки досліджень, особливо в стресові за погодними умовами 2012 і 2015 рр., різниця в урожайності сухої речовини між варіантами із шириною міжрядь 45 і 70 см була несуттєвою або в межах похибки досліді. Слід відмітити зменшення на 35,1–75,5 % збору сухої речовини в несприятливі за погодними умовами 2012 і 2015 рр. порівняно з кращими за вологозабезпеченістю 2013–2014 рр.

## 2. Вихід сухої речовини кукурудзи залежно від елементів технології вирощування, т / га

Гібриди	Ширина міжрядь, см	2012 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.	Середнє
ДП Пивиха	70	9,8	13,0	13,1	9,7	11,4
	45	9,2	14,7	14,6	9,0	11,9
ДП Галатея	70	10,2	14,5	14,2	10,6	12,4
	45	9,9	15,9	16,7	9,9	13,1
Моніка 350 МВ	70	11,2	15,5	16,5	11,6	13,7
	45	11,1	17,1	18,0	11,3	14,4
Бистриця 400 МВ	70	12,3	16,1	17,4	12,3	14,5
	45	11,1	18,6	19,3	11,0	15,0
НІР <sub>05</sub> , т/га в 2012 р., для фактора: А – 0,7; В – 0,5; АВ – 1,5 НІР <sub>05</sub> , т/га в 2013 р., для фактора: А – 1,0; В – 0,7; АВ – 1,9 НІР <sub>05</sub> , т/га в 2014 р., для фактора: А – 0,9; В – 0,5; АВ – 1,7 НІР <sub>05</sub> , т/га в 2015 р., для фактора: А – 0,7; В – 0,4; АВ – 1,4						



**Рис. 1. Розрахунковий вихід біогазу у гібридів кукурудзи залежно від ширини міжрядь, тис м<sup>3</sup> / га, (у середньому за 2012–2015 рр.)**

На основі даних щодо урожайності сухої маси та питомого виходу біогазу з 1 кг сухої речовини (0,5 м<sup>3</sup>/кг) розраховано теоретичний вихід біогазу з біомаси кукурудзи (рис. 1).

Розрахунковий вихід біогазу коливався в межах 7,96–10,44 тис м<sup>3</sup>/га і залежав в основному від групи стиглості гібриду. Найвищі значення цього показника відмічені у гібриду Бистриця 400 МВ за сівби з міжряддям 45 см – 10,44 тис м<sup>3</sup>/га, що вище порівняно з міжряддям 70 см на 0,30 тис м<sup>3</sup>/га. Різниця з гібридом Моніка 350 МВ становила 0,59 і 0,41 тис м<sup>3</sup>/га. Мінімальні значення цього показника були у гібриду ДП Пивиха, висіяного із міжряддям 70 см – 7,96 тис м<sup>3</sup>/га. Суттєвої різниці за розрахунковим виходом біогазу між варіантами з різною шириною міжрядь не відмічено.

### **Висновки і перспективи.**

Вирощування кукурудзи з міжряддям 45 см сприяє збільшенню урожай-

ності зеленої маси кукурудзи на 3,6–5,6 %, а збору сухої речовини – на 3,2–6,0 % порівняно із міжряддям 70 см. Суттєвого впливу ширини міжрядь на розрахунковий вихід біогазу не відмічено. Вищими показниками урожайності зеленої і сухої маси відзначався гібрид Бистриця 400 МВ, але в роки досліджень не відмічено достовірної різниці з гібридом Моніка 350 МВ. За рахунок регулювання площі живлення рослин кукурудзи можливо управляти формуванням господарсько-цінних ознак, рівнем продуктивності та розрахунковим виходом біогазу.

### **References**

1. Lisowski, A., Figurski, R., Kostyra, K., Sypuła, M., Klonowski, J., Swietochowski, A., Sobotka, T. (2014). Effect of maize variety and harvesting conditions on the maize chopping process, compacting susceptibility and quality of silage designed for biogas production. *Annals of Warsaw agr. univ.: Agriculture*. Warsaw. №64. P. 25-37.

- Syniahyn, Y. Y. (1970). Ploshchady pytanyia rastenyi (Plant nutrition areas). Moscow. Russia, 232.
- Drobitko, A. V., Nikonchuk, N. V. (2011). Struktura roslyn ta urozhainist kukurudzy zalezno vid sposobusiv byihustoty Roslyn (Structure of plants and yield of corn depending on the method of planting and planting density). Scientific works of the Petro Mohyla Black Sea State University. Series: Ecology. V. 138. 15-17.
- Widdicombe, W. D., Thelen, K. D. (2002). Row Width and Plant Density Effects on Corn Grain Production in the Northern Corn Belt. *Agronomy Journal*, 5, 1020-1023.
- Stahl, L., Coulter, J., Bau, D. (2009). Narrow-Row Corn Production in Minnesota. University of Minnesot., 10.
- Babych, A. O., Merezhko, M. M., Lypovyi, V. H. (2000). Produktivnist hibrydiv kukurudzy na sylos zalezno vid ahrotekhnichnykh zakhodiv (Productivity of maize hybrids on silage depending on agrotechnical measures). Collection of scientific works of the Institute of Agriculture UAAN, V. 1, 70-73.
- Lypovyi, V. H. (2001). Vplyv tekhnolohichnykh pryimov na produktyvnist hibrydiv kukurudzy v systemi sylosnoho konveiera v umovakh tsentralnoho Lisostepu Ukrainy (Influence of technological methods on the productivity of corn hybrids in the system of silage conveyor under the conditions of the Central Forest-Steppe Ukraine). *Vynnytsia*, 16.
- Yeshhenko, V. O. (2005). *Osnovy` naukovy`x doslidzhen` v agronomiyi (Fundamentals of Scientific Research in Agronomy)*. Kyiv: Diya, 288.
- Ganzhenko, O. M., Kurilo, V. L., Gerasimenko, L. A., Zikov, P. Yu., Hivrich, O. V., Goncharuk, G. S., Smirny, V. M., Dubovy, Yu. P., Ivanova, O. G. (2017). Methodical recommendations of technology cultivation and processing of sorghum as material for biofuel production. Kyiv, 22.
- Kravets, S. S. (2013). Formuvannia produktyvnosti kukurudzy zalezno vid shyryny mizhriad i herbistydiv v Pivnichnomu stepu Ukrainy (Formation of maize productivity depending on the width of rows and herbicides in the northern steppe of Ukraine). *Dnipropetrovsk*, 20.

---

**M. Grabovskyi (2019). Corn cultivation technology as raw materials for biogas production. *PLANT AND SOIL SCIENCE*, 10(2): 12–17. <https://doi.org/10.31548/agr2019.01.012>**

**Abstract.** Determine the effect of row spacing on productivity corn on silage and biogas output. Field experiments were carried out in 2012–2015 on the experimental field of the Bila Tserka National Agrarian University. Studied four hybrids of maize Pivicha (FAO 180), Galatea (FAO 260), Monica 350 MV (FAO 380), Bystrytsia 400 MV (FAO 450) and two widths of the rows 45 and 70 cm. In unfavorable climatic conditions, the yield of green mass decreased by 1,5–10.7 % in variants with a row spacing of 45 cm, compared with 70 cm. No significant influence of the row spacing on the calculated biogas output was noted. High index of yield green and dry mass, biogas output showed a hybrid corn Bystrytsia 400 MV, but in the years of research, there was no significant difference with the hybrid Monica 350 MV. By regulating the area of nutrition of corn plants, it is possible to control the formation of economically valuable traits, the level of productivity and the biogas output.

**Keywords:** corn, inter-row width, green mass, dry matter, biogas.