

## Біоенергетична продуктивність *Panicum virgatum* L. залежно від віку агрофітоценозу та строків збирання

С. М. Мандровська

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна, e-mail:mandrovskasveta@gmail.com

**Мета.** Обґрунтувати закономірності формування продуктивності та біоенергетичного потенціалу сортів свічграсу (*Panicum virgatum* L.) вітчизняної та іноземної селекції залежно від тривалості експлуатації плантацій та строків збирання біомаси для оптимізації сировинної бази біоенергетики. **Методи.** Лабораторний, фізіологічний, біохімічний, математико-статистичний, дисперсійний та кореляційний аналіз. Експериментальні дослідження проводилися з 2-го по 17-й рік вегетації культури на базі науково-дослідної мережі полів Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України. Дослідження проводилися за трифакторною схемою (A×B×C). Фактор А (Сорт): досліджувалися сорти різного еколого-географічного походження: вітчизняні ('Морозко' (К), 'Лядовський') та іноземні ('Cave-in-Rock', 'Forestburg'). Фактор В (Вік плантації): моніторинг здійснювався на 2 (К), 5, 8, 10, 15 та 17-й роки використання плантації. Фактор С (Строк збирання): 1) осінній (кінець вегетації, жовтень–листопад) (К); 2) весняний (після перезимівлі, березень–квітень). **Результати.** Встановлено, що вітчизняні сорти ('Морозко' та 'Лядовський') демонструють вищий рівень адаптивності до місцевих еколого-географічних умов. У середньому за всі роки використання сорт 'Морозко' забезпечив найвищу врожайність сирової біомаси, випереджаючи іноземний стандарт 'Cave-in-Rock' на 8–12%. Продуктивність свічграсу має чітко виражений параболічний характер. Так, варто зазначити, що у фазі наростання (2–5-й роки життя рослин) спостерігалось інтенсивне збільшення біомаси. На 2-й рік врожайність була мінімальною (8,7–11,3 т/га), що пов'язано з формуванням потужної кореневої системи. Дослідження показали, що пік продуктивності всіх досліджуваних сортів спостерігався на 8–10-й роки, коли посіви досягали максимального розвитку. Найвищий показник зафіксовано у сорту 'Морозко' на 8-й рік – 20,5 т/га. Встановлено, що фаза стагнації та зниження відбувалася поступово починаючи із 15 і по 17 роки. Дослідження вказують, що починаючи з 15-го року, спостерігається природне розрідження травостою та зниження врожайності на 15–20% порівняно з піковими значеннями. Проте навіть на 17-й рік вегетації культура зберігає рівень рентабельності (понад 11–13 т/га). Строк збирання є критичним фактором, що визначає кількісні втрати маси.

Так, осінній збір забезпечує максимальні показники сирової біомаси за рахунок високого вмісту вологи та збереження всього вегетативного об'єму. Весняний збір супроводжується зниженням врожайності на 18–22%. Встановлено, що різниця між вітчизняними та іноземними сортами є статистично значущою. Варто вказати, що перевага сорту 'Морозко' над іноземним аналогом 'Forestburg' на 8-й рік вегетації становить 3,1 т/га (при осінньому зборі), що суттєво перевищує похибку досліду ( $3,1 > 0,64$ ). Це підтверджує генетичну перевагу вітчизняної селекції в умовах України. Зміни врожайності за роками використання плантації є достовірними. Перехід від 2-го до 5-го року забезпечує математично доведену прибавку врожаю (для сорту 'Лядовський' приріст склав 5,7 т/га), що свідчить про активне нарощування підземної та надземної вегетативної маси в перші роки життя культури. Дослідження вказують, що вплив строків збирання (осінь проти весни) виявився найменш варіативним. Втрата маси за період перезимівлі в середньому становить 18,5%, що суттєво перевищує поріг  $HiP_{05}$ . Це вказує на неминучість втрат сирової біомаси при відтермінуванні збирання до весни, що має враховуватися при плануванні логістики. Найбільш вагомим фактором впливу виявився строк збирання. Так, осінній збір дозволив отримати вміст сухої речовини, який варіював у межах 51,5–59,2%. У цей період рослини завершують вегетацію, проте стебла все ще містять значну кількість конституційної вологи. Встановлено, що весняний збір мав різке зростання частки сухої речовини до 79,4–87,1%. Це зумовлено природною дегідратацією стеблостою під дією від'ємних температур та вітрового висушування. З точки зору енергетики, така біомаса є практично готовою до пресування без додаткових витрат на сушіння. Вітчизняні сорти ('Морозко', 'Лядовський') характеризуються вищим вмістом сухої речовини (на 2–4% більше порівняно з іноземними) як воєнні, так і навесні. Це свідчить про інтенсивніші процеси лігніфікації та швидшу віддачу вологи в кінці вегетації. Сорт 'Морозко' мав максимальний показник – 87,1% при весняному зборі на 17-й рік, що робить його найпридатнішим для виробництва паливних пелет. Дослідженнями встановлено, що зі збільшенням віку плантації (від 2-го до 17-го року використання) спостерігається поступове зростання вмісту сухої речовини в рослинній масі. **Висновки.** Встановлено статистично значущу перевагу вітчизняного генофонду над іноземними аналогами. Сорт 'Морозко' за 17-річ-

ний цикл використання продемонстрував найвищу середню врожайність сирової біомаси на рівні 16,9 т/га, що на 35,2% перевищує показник іноземного сорту 'Forestburg' (12,5 т/га). Поріг суттєвої різниці підтверджено значенням  $\text{HiP}_{05} = 0,64$  т/га. Доведено, що після 15-го року використання спостерігається природна редукція врожайності на 15–20%, проте вихід енергії залишається на рентабельному рівні (понад 170 ГДж/га), що обґрунтовує доцільність тривалої експлуатації насаджень. Визначено, що перенесення строків збирання з осені на весну (після перезимівлі) призводить до фізичного зменшення сирової маси на 18–22%, проте забезпечує зростання концентрації сухої речовини до 79,4–87,1%. Максимальний енергетичний вихід зафіксовано у сорту 'Морозко' – 268,3 ГДж/га (вес-

няний збір, 8-й рік). Середній показник енергопродуктивності за всі роки досліджень при весняному зборі становить 203,4 ГДж/га, що на 24,3% вище порівняно з осіннім збиранням (163,6 ГДж/га) за рахунок оптимізації вологості та якісного складу палива. Результати багатфакторного дисперсійного аналізу підтверджують достовірність взаємодії факторів А, В та С ( $\text{HiP}_{05}$  для взаємодії АВС за виходом енергії становить 15,2 ГДж/га). Це дозволяє рекомендувати сорт 'Морозко' для створення довгострокових енергетичних плантацій із циклом експлуатації до 17 років та весняним строком збирання як найбільш економічно та технологічно обґрунтовану модель.

**Ключові слова:** світчграс; урожайність; біоенергетика; зольність; 'Морозко'.

УДК 633.15:632.51:632.954:631.811.98

## Особливості формування фотосинтетичного апарату та продуктивності гібридів кукурудзи залежно від системи гербіцидного захисту й позакореневого удобрення

Я. П. Макух<sup>1\*</sup>, Д. М. Козаченко<sup>1</sup>, Н. В. Павлюк<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна, \*e-mail: herbolohiya@ukr.net

<sup>2</sup>Український інститут експертизи сортів рослин, вул. Горіхуватський шлях, 15, м. Київ, 03041, Україна

**Мета.** Визначити вплив систем гербіцидного захисту та позакореневого удобрення на формування й функціонування фотосинтетичного апарату середньоранніх гібридів кукурудзи, установити особливості їх продукційних процесів і реалізації врожайного потенціалу в умовах Правобережного Лісостепу України. **Методи.** Польові дослідження виконували впродовж 2023–2025 рр. у ТОВ «Світанок Плюс» (Київська обл.) на сірих лісових опідзолених середньосуглинкових ґрунтах. Дослід закладали за трифакторною схемою: фактор А – гібриди кукурудзи ('ДБ Хотин', 'ДМ Стікер', 'KWS Рабатто'); фактор В – гербіцидний захист (контроль без гербіцидів; контроль без бур'янів; Лаудіс, в. г., 0,4–0,5 кг/га + прилипач Меро, 1,0–2,0 л/га; Стеллар Плюс, 1,25 л/га); фактор С – позакореневе удобрення у фазі BBCH 85 (без удобрення, Райкат Фінал, 1,0 л/га; Текамін Брікс, 3,0 л/га + EGROW, 1,0 л/га). Оцінювали площу листової поверхні, фотосинтетичний потенціал, чисту продуктивність фотосинтезу та врожайність зерна. **Результати.** Установлено істотний вплив гербіцидного захисту й позакореневого удобрення на формування фотосинтетичного апарату кукурудзи. Найнижчі показники площі листової поверхні формувалися у варіан-

ті без гербіцидів – 10,5–18,4 тис. м<sup>2</sup>/га, що свідчило про значне пригнічення рослин бур'янами. За відсутності сегетальної рослинності площа листової поверхні зростала до 48,0–54,0 тис. м<sup>2</sup>/га. Застосування гербіцидів Лаудіс + Меро та Стеллар Плюс забезпечувало збільшення асиміляційної поверхні до 45,6–52,2 тис. м<sup>2</sup>/га. Найвищими показниками характеризувався гібрид 'ДМ Стікер'. Фотосинтетичний потенціал у контролі без гербіцидів становив лише 0,57–1,03 млн м<sup>2</sup> × діб/га, а чиста продуктивність фотосинтезу – 6,62–8,55 г/м<sup>2</sup> за добу. За ефективного контролювання бур'янів ці показники підвищувалися відповідно до 2,50–3,08 млн м<sup>2</sup> × діб/га та 17,15–18,24 г/м<sup>2</sup> за добу. Дещо кращі результати забезпечував гербіцид Стеллар Плюс, особливо в поєднанні з позакореневим удобренням Текамін Брікс + EGROW. Урожайність зерна на контролі без гербіцидів становила лише 0,15–1,03 т/га, тоді як за відсутності бур'янів – 9,82–11,08 т/га. Використання гербіцидів забезпечувало формування врожайності на рівні 8,94–10,91 т/га. Позакореневе удобрення позитивно впливало на продуктивність рослин, а найвищі показники одержано за внесенням Текамін Брікс + EGROW. Максимальну врожайність – 10,91 т/га – сформував гібрид 'ДМ Стікер' у варіанті Стеллар Плюс + Текамін Брікс + EGROW. **Висновки.** Формування та функціонування фотосинтетичного апарату кукурудзи значною мірою залежали від рівня гербіцидного захисту, позакореневого удобрення та біологічних особливостей гібридів. Застосування гербіцидів істотно підвищувало фотосинтетичну

Yaroslav Makukh  
https://orcid.org/0000-0002-6954-1388  
Dmytro Kozachenko  
https://orcid.org/0000-0002-5502-7628  
Nataliia Pavliuk  
https://orcid.org/0000-0003-2532-7301