

УДК 633.62

Мулярчук О.І.*к.с.-г.н., доцент**кафедра садівництва, овочівництва і садово-паркового господарства
Подільський державний аграрно-технічний університет**Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail : 777oksankarom@gmail.com***Кобернюк О.Т.***к.с.г.н., асистент**кафедра землеробства, ґрунтознавства і захисту рослин
Подільський державний аграрно-технічний університет**Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail : Lmiravka@ukr.net*

ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ВИХІД БІОЕТАНОЛУ З СОРГО ЦУКРОВОГО

Анотація

В статті наведено результати впливу мінерального живлення на продуктивність і вихід біоетанолу з рослин сорго цукрового в зоні Західного Лісостепу України.

У результаті проведених досліджень встановлено, що за основного внесення мінеральних добрив нормою $N_{60}P_{60}K_{60}$ збір цукру з рослин сорго цукрового у фазі викидання волоті та воскової стиглості збільшувався від 4,95 до 8,48 т/га відповідно, у варіанті проведення позакореневого підживлення сорго мікродобривом Ярило нормою 3 л/га у фазу куцання – від 4,73 до 8,17 т/га та внесення восени $N_{60}P_{60}K_{60}$ + у фазу куцання Ярило 3 л/га – від 5,16 до 8,68 т/га. При цьому вміст цукру в соку стебел сорго цукрового у фазі викидання волоті знаходився в межах 14,6-15,2%, а у фазі воскової стиглості збільшувався до 16,2-16,9%.

Вищий вихід біоетанолу був за збирання сорго цукрового у фазу воскової стиглості – у межах від 2,26 до 2,58 т/га. У варіанті внесення з осені повних мінеральних добрив нормою $N_{60}P_{60}K_{60}$, а навесні – проведення позакореневого підживлення у фазу куцання комплексним мікродобривом Ярило 3 л/га у фазу викидання волоті і воскової стиглості він становив відповідно 1,51 і 2,58 т/га.

***Ключові слова:** сорго цукрове, мінеральні добрива, позакореневе підживлення, продуктивність, вихід біоетанолу.*

Вступ. На сьогоднішній день в Україні є гострою проблема нестачі нафтопродуктів, їх висока вартість і погіршення з їх використанням стану навколишнього середовища спонукають до пошуку альтернативних екологічно чистих джерел енергії. Перспективними в цьому плані є використання енергії фотосинтетичної діяльності рослин у вигляді біоетанолу, обсяги виробництва якого за останнє десятиліття зросли більш ніж утричі. Він застосовується переважно у вигляді паливних сумішей для підвищення октанового числа: додавання до бензину 10 % біоетанолу дозволяє на 50 % зменшити викиди аерозольних часток, а викиди оксиду вуглецю – на 30 %.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Пошук перспективної сировини для виготовлення біоетанолу є актуальним завданням сьогодення. Ефективною цукроносною культурою для виробництва біоетанолу є сорго цукрове, яке з гектару посівів забезпечує 90–100 т/га біомаси з цукристістю соку на рівні 18-20 % [2, 4, 8].

Поряд з нестачею основних макроелементів в ґрунті часто спостерігається нестача й мікроелементів, що можна встановити за зовнішнім виглядом рослин, яким бракує

харчування і обмежує врожай. Макро і мікроелементи для живлення рослин не можна замінити ніякими іншими. Кількість необхідних рослині мікроелементів порівняно з макроелементами (азоту, фосфору і калію) невелика, але навіть незначний їх дефіцит може викликати хлороз, суттєво погіршити засвоєння основних елементів живлення і навіть призвести до загибелі рослини. У таких випадках необхідні поживні речовини вносять шляхом позакоренових підживлень, які порівняно з кореневим живленням швидше засвоюються рослинами. При цьому треба враховувати, що для позакоренових підживлень не можна застосовувати висококонцентровані розчини солей, які можуть обпалити листя, тому перед обприскуванням їх треба розбавляти до необхідної концентрації. Окремі розчини взагалі використовують після внесення основного добрива в якості позакореневої добавки [1].

Позакореневим способом вносять макро- (азот, фосфор, калій, магній) і мікроелементи (бор, марганець, цинк, мідь, молібден) у розчинах. Позакореневе підживлення проводиться шляхом обприскування рослин живильним розчином рано вранці або ввечері. Вдень можна обприскувати тільки в похмуру (але не дощову) погоду.

Нестача мікроелементів найбільше відчувається на кислих ґрунтах, перезволожених, піщаних і інших типах ґрунтів за нестачі вологи. На торф'янистих ґрунтах не вистачає міді, на кислих дерново-підзолистих і сірих лісових – молібдену, на червоноземах – бору і молібдену, на карбонатних і супіщаних ґрунтах – марганцю, заліза і цинку, на вапнованих – марганцю. За умов внесення в ґрунт високих доз азотних добрив рослини треба підживити молібденом, міддю, бором і кобальтом.

Якщо в ґрунт вноситься гній і зола, не треба підживлювати рослини мікроелементами. Не треба вносити мікродобрива також за використання комплексних добрив – суперфосфату борного, молібденового і марганізованого.

Поєднання основного добрива і позакореневого підживлення на відміну від одного кореневого є кращим методом внесенням елементів живлення для рослин. Воно своєчасно і якісно регулює процеси живлення в період вегетації рослин відповідно до погодних умов року. Важливу роль при цьому відіграє збалансоване співвідношення макро і мікроелементів, тому що усі елементи живлення тісно пов'язані між собою в єдиних біохімічних процесах і роль кожного з них дуже важлива, тому доцільно проводити підживлення мікроелементами у поєднанні з основними елементами, враховуючи біологічні особливості культури [10].

Так, у дослідженнях, які проводились із сорго зерновим, внесення тільки фонового добрива ($N_{45}P_{45}K_{45}$) підвищувало урожайність зерна сорго порівняно з контролем на 0,24 - 0,41 т/га залежно від сортів. Найбільш ефективним варіантом мінерального живлення сорго зернового виявилось внесення фонового добрива та проведення двох позакоренових підживлень хелатним мікродобривом Реаком в фазі кушення рослин, коли приріст врожаю до контролю по сортах становив від 0,87 до 1,19 т/га [3].

Поглинання елементів здійснюється всіма надземними органами, включаючи листя, стебла, плоди і ін. При цьому вони потрапляє безпосередньо в ту частину рослини, в якій, як правило, найбільш інтенсивніше проходять фізіологічні процеси, і саме там найчастіше зустрічається їх нестача. З мікроелементів сорго найбільш чутливе до марганцю, цинку, заліза, молібдену; менш чутлива – міді, слабо реагує на – бор і сірку. У зв'язку з цим **метою** наших досліджень було встановити доцільність застосування мікродобрива Ярило під час вирощування сорго цукрового, яке не токсичне для людей і бджіл, не викликає алергії, екологічно безпечне.

Мікродобриво *Ярило продуктивний ріст* має такий склад, г/л: N – 60, P_2O_5 – 85, K_2O – 110, SO_3 – 5,3, Fe – 0,5, Mn – 2, B – 1, Zn – 0,6, Cu – 0,6, Mo – 0,05 [7].

Застосування мікродобрива *Ярило* дає змогу задовольнити потребу культури у

елементах живлення, підвищує стійкість її до хвороб, шкідників, несприятливих ґрунтово-кліматичних та антропогенних чинників, позитивно впливає на поліпшення процесів фотосинтезу і обмінних реакцій у рослині та сприяє одержанню високого і якісного врожаю.

Мікродобриво *Ярило* сприяє:

- підвищенню життєздатності насіння;
- стимулюванню росту і розвитку рослин;
- посиленню стійкості рослин до хвороб;
- зростанню продуктивної кущистості;
- підвищенню жаростійкості та посухостійкості рослин;
- збільшенню врожайності культури на 10-15 %;
- покращенню якості зерна.

Мікродобриво *Ярило інтенсивний ріст* забезпечує збільшення площі листової поверхні і підвищення чистої продуктивності фотосинтезу на 10-40%, зміцнення кореневої системи і підвищення врожайності.

Методологія досліджень. Дослідження проводилися протягом 2013-2015 років на кафедрі плодоовочівництва Подільського державного аграрно-технічного університету. Польовий дослід з вивчення елементів технології вирощування сорго цукрового проводився за схемою:

1. Контроль – без добрив.
2. $N_{60}P_{60}K_{60}$ – вносяться восени під зяблеву оранку.
3. Ярило інтенсивний ріст – фаза кушення 3 л/га розчинені в 300 л/га води.
4. $N_{60}P_{60}K_{60}$ з осені + Ярило інтенсивний ріст – фаза кушення 3 л/га розчинені в 300 л/га води.

Площа елементарної посівної ділянки – 39,2 м² (2,8 x 14 м), облікової – 28 м² (2,8 x 10 м), повторність – чотириразова.

Площу асиміляційної поверхні рослин визначали за А.А. Ничипоровичем [6], експериментальні дані метод аналізували дисперсійним методом [9].

Технологія вирощування сорго цукрового, за виключенням досліджуваних елементів, була загальноприйнятою для регіону. Норма висіву сорту Силосне 42 за сівби з міжряддями 45 см становила 200 тис. насінин /га. Встановлено, що кращим способом сівби для сорту Силосне 42 і гібриду Медове F₁ був широкорядний з міжряддям 45 см. Врожай зеленої маси сорго цукрового збирали у фазі викидання волоті та воскової стиглості зерна [5].

Ґрунт дослідного поля – чорнозем вилугуваний, мало гумусний, середньо суглинковий на лесовидних суглинках. Вміст гумусу (за Тюрнімом) в шарі ґрунту 0–30 см становив 3,86 – 4,11 %; сполук азоту (за Корнфілдом), що легко гідролізуються, становив 111 – 121 мг/кг (високий), рухомого фосфору (за Чіріковим) 90 мг/кг (середній) і обмінного калію (за Чіріковим) – 179 мг/кг ґрунту (високий). Гідролітична кислотність становить 0,76 – 0,87 мг-екв /100 г ґрунту, ступінь насичення основами – 94,7 та 99,0 %.

Результати. Фізіологічна роль марганцю (Mn) полягає в участі в окисно-відновних реакціях у рослинних клітинах і пов'язаний з діяльністю окиснювальних ферментів – оксидаз. За нестачі його в рослинах знижується інтенсивність окисно-відновних процесів і синтезу органічних речовин.

Марганець бере участь в транспортуванні речовин по органах рослин, у процесах засвоєння амонійного та нітратного азоту. При амонійному живленні рослин він діє як сильний окисник, а при нітратному – як сильний відновник. За нестачі марганцю порушується відновлення нітратного азоту, що призводить до нагромадження нітратів у тканинах рослин. Марганець бере участь в процесі фотосинтезу і синтезу вітаміну С. За

нестачі марганцю в рослинах знижується синтез органічних речовин, зменшується вміст хлорофілу в рослинах – хлорозу. Перешкоджають засвоєнню марганцю низька вологість повітря, низька температура ґрунту і похмура погода. Нестача марганцю спостерігається на ґрунтах з нейтральною або лужною реакцією.

Цинк (Zn) підвищує загальний вміст вуглеводів, крохмалю та білкових речовин, приймає участь в окисно-відновних реакціях дихання, регулюванні синтезу АТФ, обміні ауксинів і РНК. Він позитивно впливає на жаростійкість рослин і формування зернівок в умовах суховіїв, підвищує холодостійкість рослин. За нестачі цинку порушується синтез білку, зменшується його вміст у рослинах; в рослинах нагромаджуються розчинні азотні сполуки – аміди й амінокислоти. Перешкоджають засвоєнню цинку високі норми фосфору і вапна, низька температура ґрунту.

Залізо (Fe) в рослинах бере активну участь у процесах обміну речовин, входить до складу ферментів, активізує дихання, впливає на утворення хлорофілу. Воно входить до складу ферментів, які беруть участь в окисно-відновних реакціях, обміні речовин, пов'язаним з транспортуванням електронів від дихального субстрату до молекулярного кисню. За допомогою ферредоксину здійснюється фосфорилування, при якому енергія світла перетворюється на хімічну енергію, що накопичується в АТФ і НАДФ. Воно надає рослинам фунгіцидні властивості. Нестача заліза призводить до зменшення інтенсивності фотосинтезу, на молодих рослинах з'являється хлороз. Перешкоджає засвоєнню заліза висока вологість ґрунту.

Молібден (Mo) є складовою частиною ферментів нітратредуктаз, які беруть участь у відновленні нітратів до аміаку в клітинах коренів і листків. Якщо цього елемента не вистачає, в тканинах рослин нагромаджується багато нітратів, відновлення їх затримується, внаслідок чого порушується нормальний азотний обмін; після внесення нітратних добрив потреба рослин у молібдені значно вища, ніж аміачних добрив. Під впливом молібдену для утворення амінокислот і білків аміак більш інтенсивно використовується рослиною.

Молібден бере участь в окисно-відновних реакціях і відіграє важливу роль у перенесенні електронів від субстрату, який окислюється, до речовини, яка відновлюється. Він задіяний у вуглеводному обміні й в обміні фосфорних сполук, синтезі вітамінів і хлорофілу, поліпшує живлення рослин кальцієм, покращує засвоєння заліза.

Внесення під оранку основних мінеральних добрив нормою $N_{60}P_{60}K_{60}$ і комплексу мікродобрив Ярило 3 л/га у фазу кущення сорго цукрового сприяло подовженню тривалості вегетаційного періоду на 2-3 доби (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив досліджуваних технологій вирощування сорго цукрового на продуктивність фотосинтезу (середнє за 2013-2015 рр.)

Варіант внесення добрив	Тривалість вегетаційного періоду, діб	Площа листової поверхні, тис. м ² /га	Фотосинтетичний потенціал, млн. м ² · діб /га	Чиста продуктивність фотосинтезу, г/м ² за добу
Контроль – без добрив	138	39,6	5,46	2,23
$N_{60}P_{60}K_{60}$ – з восени	141	47,3	6,67	4,31
Ярило у фазу кущення 3 л/га	140	41,1	5,75	4,62
$N_{60}P_{60}K_{60}$ з восени + Ярило позакоренево у фазу кущення 3 л/га	141	49,1	6,92	5,52
НІР ₀₅	2	1,5	1,2	1,2

Площа асиміляційної поверхні культури під впливом внесених повних мінеральних добрив і позакореневого підживлення комплексом мікродобрив порівняно з контролем істотно зростала з 39,6 до 49,1 тис. м²/га.

Чиста продуктивності фотосинтезу рослин сорго цукрового порівняно до контролю за внесення з осені повних мінеральних добрив нормою $N_{60}P_{60}K_{60}$ збільшилася на $2,08 \text{ г/м}^2$ за добу, за позакореневого підживлення у фазу кушення мікродобривом Ярило нормою 3 л/га – на $2,39$ і за сумісного внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ з восени + Ярило позакоренево у фазу кушення 3 л/га – $3,29 \text{ г/м}^2$ за добу.

Приріст зеленої маси продовжувався до фази воскової стиглості зерна сорго цукрового. Якщо у фазу викидання волоті урожайність зеленої маси становила в межах $51,2-55,8 \text{ т/га}$, то у фазу воскової стиглості збільшувалася до $79,2-84,5 \text{ т/га}$ (табл. 2).

Таблиця 2

**Урожайність і збір сухої речовини
за фазами росту й розвитку сорго цукрового (середнє за 2013-2015 рр.)**

Варіант досліджу	Строк збирання			
	Викидання волоті		Воскова стиглість	
	т/га	± до контролю	т/га	± до контролю
Зелена маса				
Контроль – без добрив	51,2	–	79,2	–
$N_{60}P_{60}K_{60}$ – з восени	54,6	3,4	83,0	3,8
Ярило у фазу кушення 3 л/га	52,6	1,4	81,4	2,2
$N_{60}P_{60}K_{60}$ – з восени + Ярило у фазу кушення 3 л/га	55,8	4,6	84,5	5,3
$НІР_{05}$	–	1,3	–	1,4
Суха маса				
Контроль – без добрив	11,8	–	17,2	–
$N_{60}P_{60}K_{60}$ – з восени	13,1	1,3	19,1	1,9
Ярило у фазу кушення 3 л/га	12,6	0,8	18,7	1,5
$N_{60}P_{60}K_{60}$ – з восени + Ярило у фазу кушення 3 л/га	13,4	1,6	19,4	2,2
$НІР_{05}$	–	0,6	–	1,1

Порівняно до контролю без добрив, у варіанті застосування основних мінеральних добрив нормою $N_{60}P_{60}K_{60}$ за фазами росту й розвитку рослин викидання волоті та воскова стиглість додатково одержано відповідно $3,4$ і $3,8 \text{ т/га}$ зеленої маси, у варіанті проведення позакореневого підживлення сорго мікродобривом Ярило нормою 3 л/га у фазу кушення – відповідно $1,4$ і $2,2$ та внесення з восени $N_{60}P_{60}K_{60}$ + у фазу кушення Ярило 3 л/га – відповідно $4,6$ і $5,3 \text{ т/га}$.

Збір сухої маси сухих речовин був аналогічним показникам урожайності зеленої маси: він теж зростав до фази воскової стиглості зерна сорго цукрового. Якщо у фазу викидання волоті збір її становив в межах $11,8-13,4 \text{ т/га}$, то у фазу воскової стиглості збільшувалася до $17,2-19,4 \text{ т/га}$. Застосування основних мінеральних добрив нормою $N_{60}P_{60}K_{60}$ за фазами росту й розвитку рослин викидання волоті та воскова стиглість сприяло збільшенню збору сухої речовини відповідно на $1,3$ і $1,9 \text{ т/га}$ зеленої маси, у варіанті проведення позакореневого підживлення сорго мікродобривом Ярило нормою 3 л/га у фазу кушення – відповідно $0,8$ і $1,5$ та внесення з восени $N_{60}P_{60}K_{60}$ + у фазу кушення Ярило 3 л/га – відповідно $1,6$ і $2,2 \text{ т/га}$.

З дозріванням сорго цукрового вміст і збір цукру в надземній масі підвищувався (табл. 3). Вміст цукру в соку стебел сорго цукрового в досліджуваних варіантах за фазами викидання волоті і воскової стиглості зерна істотно зростав. Якщо у фазу викидання волоті він становив в межах $14,6-15,2\%$, то у фазу воскової стиглості збільшувалася до $16,2-16,9\%$. У варіанті застосування з осені мінеральних добрив нормою $N_{60}P_{60}K_{60}$ за фазами росту й розвитку рослин викидання волоті та воскової стиглості вміст цукру в соку збільшувався від $14,9\%$ до $16,8\%$, у варіанті проведення позакореневого підживлення сорго мікродобривом Ярило нормою 3 л/га у фазу кушення

– від 14,8 до 16,5% та внесення восени $N_{60}P_{60}K_{60}$ + у фазу кушення Ярило 3 л/га – від 15,2 до 16,9%.

Таблиця 3

**Урожайність і збір цукру за фазами росту й розвитку
сорго цукрового (середнє за 2013-2015 рр.)**

Варіант досліджу	Строк збирання			
	Викидання волоті		Воскова стиглість	
	вміст цукру, %	збір цук-ру, т/га	вміст цукру, %	збір цук-ру, т/га
Контроль – без добрив	14,6	4,54	16,2	7,80
$N_{60}P_{60}K_{60}$ – з восени	14,9	4,95	16,8	8,48
Ярило у фазу кушення 3 л/га	14,8	4,73	16,5	8,17
$N_{60}P_{60}K_{60}$ – з восени + Ярило у фазу кушення 3 л/га	15,2	5,16	16,9	8,68
НІР ₀₅	0,3	0,23	0,3	0,4

Збір цукру за варіантами досліджу змінювався таким чином. У варіанті основного внесення мінеральних добрив нормою $N_{60}P_{60}K_{60}$ за фазами росту й розвитку рослин викидання волоті та воскової стиглості він збільшувався від 4,95 до 8,48 т/га, у варіанті проведення позакореневого підживлення сорго мікродобривом Ярило нормою 3 л/га у фазу кушення – від 4,73 до 8,17 та внесення восени $N_{60}P_{60}K_{60}$ + у фазу кушення Ярило 3 л/га – від 5,16 до 8,68 т/га.

Вихід біоетанолу залежить від вмісту цукру в соку; середня частка стебел в зеленій масі сорго цукрового становила 77%. Загальний вихід його наведено в табл. 4.

Таблиця 4

**Вихід біоетанолу за фазами росту й розвитку сорго цукрового, т/га
(середнє за 2013-2015 рр.)**

Варіант внесення добрив	Строк збирання	
	Викидання волоті	Воскова стиглість
Контроль – без добрив	1,32	2,26
$N_{60}P_{60}K_{60}$ – з восени	1,45	2,46
Ярило у фазу кушення 3 л/га	1,37	2,37
$N_{60}P_{60}K_{60}$ з восени + Ярило позакоренево у фазу кушення 3 л/га	1,51	2,58
НІР ₀₅	0,05	0,09

Більший вихід біоетанолу отримано за збирання сорго цукрового у фазу воскової стиглості – у межах від 2,26 до 2,58 т/га. Кращим фоном живлення для сорго цукрового на виробництво біоетанолу є внесення повних мінеральних добрив нормою $N_{60}P_{60}K_{60}$, а навесні у фазу кушення проведення позакореневого підживлення комплексним мікродобривом Ярило 3 л/га.

За хімічним складом сок сорго цукрового становив: вміст сухої речовини – 16,5-18,7%, вміст цукрів, що зброджуються: усього 14,3-16,2%, у тому числі: сахароза 8,8-9,9%, фруктоза 0,9-1,4%, глюкоза 2,3-2,7%, інші моноцукри 1,5-2,3%.

Висновки і перспективи.

1. Порівняно до контролю без добрив внесення повних мінеральних добрив і позакоренево підживлення комплексом мікродобрив сприяло зростанню площі асиміляційної поверхні рослин сорго цукрового з 39,6 до 49,1 тис. м² /га, чистої продуктивності фотосинтезу за внесення мінеральних добрив нормою $N_{60}P_{60}K_{60}$ – на 2,08 г/м² за добу, позакореневого підживлення у фазу кушення мікродобривом Ярило нормою 3 л/га – на 2,39 і сумісного внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ з осені + Ярило позакоренево у фазу кушення 3 л/га – 3,29 г/м² за добу.

2. Урожайність зеленої маси порівняно до контролю без добрив у варіанті застосування $N_{60}P_{60}K_{60}$ за фазами росту й розвитку рослин викидання волоті та воскової

стиглості збільшувалася відповідно на 3,4 і 3,8 т/га, у варіанті проведення позакореневого підживлення сорго мікродобривом Ярило нормою 3 л/га у фазу кушення – відповідно на 1,4 і 2,2 та внесення з восени $N_{60}P_{60}K_{60}$ + у фазу кушення Ярило 3 л/га – відповідно на 4,6 і 5,3 т/га. Збір сухої маси сухих речовин був аналогічним показникам урожайності зеленої маси.

3. Збір цукру у варіанті основного внесення мінеральних добрив нормою $N_{60}P_{60}K_{60}$ за фазами росту й розвитку рослин викидання волоті та воскової стиглості збільшувався від 4,95 до 8,48 т/га, у варіанті проведення позакореневого підживлення сорго мікродобривом Ярило нормою 3 л/га у фазу кушення – від 4,73 до 8,17 та внесення восени $N_{60}P_{60}K_{60}$ + у фазу кушення Ярило 3 л/га – від 5,16 до 8,68 т/га.

4. Вихід біоетанолу за збирання сорго цукрового у фазу воскової стиглості становив у межах від 2,26 до 2,58 т/га; найбільшим він був у варіанті внесення з осені повних мінеральних добрив нормою $N_{60}P_{60}K_{60}$, а навесні – проведення позакореневого підживлення у фазу кушення комплексним мікродобривом Ярило 3 л/га.

Список використаних джерел

1. Горбаченко, Н. І. Ефективність мікробних препаратів при вирощуванні сорго цукрового в умовах Полісся. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2013. Вип. 18. С. 40-49.
2. Гелетуха Г. Г., Железна Т. А., Тишаєв С. В. та ін. Концепція розвитку біоенергетики в Україні. Київ : Інститут теплофізики НАН України, 2001. 14 с.
3. Кобернюк О. Т., Кух М. В. Вплив позакореневого підживлення на урожайність сортів сорго зернового. Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 90-річчю від дня народження видатного вченого селекціонера О.С. Алексеєвої “Селекція, насінництво, технології вирощування круп’яних та інших сільськогосподарських культур: досягнення і перспективи“ : тези доп. / Кам’янець-Подільський, 25-26 квітня 2016 р. С. 254-255.
4. Курило В. Л., Ганженко О. М., Гументик М. Я. Продуктивність сахарного сорго для прозводства біотоплива. *Збірник наукових праць ІБКіЦБ*. 2012. №13. С. 115-125.
5. Мулярчук О. І., Міщенко Ю. Г., Масик І. М., Давиденко Г. А. Біопаливо з цукрового сорго. *Вісник Сумського НАУ. Серія: Агрономія і біологія*. Вип. 3(27). 2014. С. 99-103.
6. Ничипорович, А. А., Строганова, Л. Е., Власова, М. П. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. Москва: АН СССР, 1961. 137 с.
7. Позакоренево підживлення. Агропортал Pesticidov.net. URL: <http://pesticidov.net>.
8. Роїк М. В., Курило В. Л., Ганженко О. М., Гументик М. Я. Стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні. *Збірник наукових праць ІБКіЦБ*. 2012. №13. С. 93-103.
9. Ермантраут, Е. Р., Присяжнюк, О. І., Шевченко, І. Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica-6. Методичні вказівки. Київ, 2007. 55 с.
10. Черенков А. А., Шевченко М. С., Дзюбецький Б. В. і ін. Соргові культури: технологія, використання, гібриди та сорти. Дніпропетровськ, 2011. 64 с.

Дата надходження статті до редакції : 10.05.2017
1 рецензування 30.05.2017 Прийняття в друк: 15.06.2017

Mulyarchuk O.I.

Ph.D. (in Agriculture), Associate Professor
Department of Gardening, Horticulture and Landscape Architecture
State Agrarian and Engineering University in Podilya
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail : 777oksankarom@gmail.com

Koberniuk O.T.

Ph.D. (in Agriculture), Associate Professor
Department of Agriculture, Pedology and Plant protection
State Agrarian and Engineering University in Podilya

Kamianets-Podilskyi, Ukraine

E-mail : Lmuravka@ukr.net

EFFECT OF MINERAL NUTRITION ON THE YIELD OF ON BIOETHANOL FROM SWEET SORGHUM

Abstract

The results of studies on the impact of basic fertilizer and foliar plant sweet sorghum in the output of energy and bioethanol. Optimization of the ground and foliar fertilizer plant sweet sorghum in the production of bioethanol.

The studies were conducted in the State Agrarian and Engineering University in Podilya during 2013-2015. The layout of the experience included: 1. Monitoring-without fertilizer; 2. $N_{60}P_{60}K_{60}$ -basic fertilizer; 3. Yarylo -foliar fertilizer at tillering stage rate of 3 l / ha, dissolved in 300 l / ha of water; 4. $N_{60}P_{60}K_{60}$ autumn + Yarylo in the tillering phase 3 l / ha.

The cultivation technology of sweet sorghum has been accepted for the western forest-steppe of Ukraine. The rate of grade Silosnoye 42 by plating with a row spacing of 45 cm. was 200 thousand of seeds / ha. The harvest of green mass sorghum cleaned in the phase of panicle formation and wax ripeness.

Macro- and microelements for plant's life are quite important and can not be replaced by others. The number of necessary plant microelements compared to macro are small, but even a slight deficiency of them can lead to destruction of the plant. So you need to put nutrients by foliar feeding. From mikroelements sorghum is the most sensitive to manganese, zinc, iron, molybdenum; less sensitive to copper, poorly responsive to boron and sulfur. All these elements contain fertilizer Jarylo, it is not toxic and environmentally safe for people.

Keywords: sorghum, sugar, food background, top-dressing, plant productivity, bioethanol output.

References

1. Gorbachenko, N. I. (2013). The efficiency of microbial agents in growing sorghum sugar in terms Polissia. *Agricultural Microbiology*, 18, 40-49.
2. Geletukha, G. G., Zhelyezna, T. A., Tyshayev, S. V. et al. (2001). The concept of bioenergy development in Ukraine. Kiev : *Institute of Thermal Physics, The Academy of Sciences of Ukraine*.
3. Koberniuk, O., Kuh, M. (2016). Effect of foliar application on yield varieties of grain sorghum. *Collection of scientific papers of International Scientific and Practical Conference, devoted to the 90th anniversary from the birthday of outstanding scientist, plant breeder O.S. Alekseiyeva "Selection, seed production, technologies of cereals and other crops growing: progress and prospects"* (pp. 254-255). Kamianets-Podilskyi, april 25-26.
4. Kurylo, V. L., Hanzhenko, O. N., Humentyk, M. J. (2012). The productivity of the sugar sorghum for the production of biofuels. *Collection of scientific works, Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet, (13)*, 115-125.
5. Mulyarchuk, O. I., Mishchenko, Y. G., Masik, I. M., & Davidenko, G. A. (2014). Biofuel from sugar sorghum. *Bulletin SNAU Series: Agriculture and Biology*, 3(27), 99-103.
6. Nychporovych, A. A., Stroganov, L. E., Vlasov, M. P. (1961). Photosynthetic activity of plants in crops. *Moscow, M: The Academy of Sciences of USSR*, 137.
7. Foliar application. Ahroportal Pesticidov.net. Retrieved from <http://pesticidov.net>
8. Royik, M. V., Kurylo, V. L., Hanzhenko, O. M., Humentyk, M. Y. (2012). State and prospects of bioenergy development in Ukraine. *Collection of scientific works, Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet. (13)*, 93-103.
9. Ermantraut, E. R., Prysyzhnyuk, O. I., Shevchenko, I. L. (2007). Statistical analysis of economic research in the package Statistica-6. Kiev *Guidance*. 55.
10. Cherenkov, A. A., Shevchenko, M. S., Dzyubetsky, B. V. (2011). *Sorghum crops technology, use, hybrids and varieties*. Dnipropetrovsk .

Received: May10,2017

1st Revision: May 30,2017 Accepted: June 15,2017