

УДК 633.174:631.82:620.952 (477.4)

С.М. КАЛЕНСЬКА, доктор с.-г. наук, професор, член-кореспондент НААН

І.П. ГРИНЮК, аспірантка

Національний університет біоресурсів і природокористування України

ВПЛИВ ДОЗ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ТА СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ НА ВИХІД ЦУКРУ ТА БІОЕТАНОЛУ ІЗ СОРГО ЦУКРОВОГО В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Наведено результати досліджень урожайності зеленої маси сорго цукрового, вихід цукру та біоетанолу з рослин сорго в залежності від сортових особливостей, доз мінеральних добрив та фаз розвитку в умовах Правобережного Лісостепу України.

Ключові слова: сорго цукрове, зелена маса, вміст та вихід цукру, біоетанол.

Вступ. Сорго цукрове – цінна культура з великими потенційними можливостями по врожайності, універсальності використання та пластичності щодо умов вирощування [6]. На сьогодні одним із найбільш перспективних напрямів використання цієї культури є енергетичний. Із стебел сорго можна одержати цінний цукор-сирець, який є сировиною для виробництва біопалива. Як свідчать літературні джерела, технологічний процес отримання цукру з рослин сорго цукрового менш трудомікий і більш економічно вигідний, ніж за використання для цієї мети буряку цукрового. А силос, який залишається після виробництва біоетанолу, багатий на мікроелементи та поживні речовини [2].

В Україні створені нові високоцукрові сорти та гібриди сорго, придатні для виробництва біоетанолу [1]. Та разом з тим, на сьогодні в Україні не існує відповідної агротехніки вирощування сорго цукрового. Недостатньо проведені дослідження по виходу цукру та біоетанолу із сорго цукрового залежно від елементів технології вирощування. Тому удосконалення елементів технології вирощування сорго цукрового та встановлення найбільш перспективних сортів та гібридів сорго для виробництва біоетанолу є важливим завданням рослинницької галузі.

Матеріали та методика досліджень. Польові дослідження проводилися на базі агрономічної дослідної станції НУБіП України (Київська область, Васильківський район, с. Пшеничне) в 2007-2009 рр. Досліди були закладені на чорноземі типовому в умовах Правобережного Лісостепу України. Схема досліду передбачала вивчення біологічних, екологічних особливостей і продуктивності двох сортів та одного гібриду сорго цукрового: Пам'яті Шепеля, Аграрний 5F, Кримське 15.

Дослідження проводили за загальноприйнятими методиками польового досліду [3]. Масову частку води в рослинному матеріалі визначали термогравіметричним методом [4]. Урожайність зеленої маси встановлювали за різницею між масою пробного снопа та масою зерна [3]. Вихід біоетанолу розраховували за допомогою перевідного коефіцієнту [4], вміст цукру визначали за Бертраном [5].

Результати досліджень. За результатами наших досліджень ми встановили, що врожайність зеленої маси сорго цукрового істотно змінювалась залежно від сортових особливостей, доз мінеральних добрив, фази збирання культури та погодних умов і варіювала в межах від 33,6 т/га (Кримське 15) до 173,2 т/га (Аграрний 5F).

Найсприятливіші погодні умови для формування урожайності зеленої маси сорго цукрового склалися у 2009 році. Так, продуктивність досліджуваних сортів Пам'яті Шепеля, Кримське 15 та гібриду Аграрний 5F у 2009 році була в середньому на 23 % вища, ніж у 2008 році та на 30 % більше у порівнянні із 2007 роком. Збільшення дози добрив позитивно вплинуло на урожайність зеленої маси сорго і така динаміка спостерігалась на всіх досліджуваних варіантах (табл. 1).

Таблиця 1

Урожайність зеленої маси сорго цукрового залежно від сортових особливостей та доз мінеральних добрив за фазами розвитку, т/га

Фаза розвитку	Удобрення	Сорт											
		Пам'яті Шепеля				Аграрний 5F				Кримське 15			
		2007	2008	2009	Середнє	2007	2008	2009	Середнє	2007	2008	2009	Середнє
Викидання волоті	без добрив	34,5	39,0	47,4	40,3	49,3	62,2	71,0	60,9	33,6	36,0	47,1	38,9
	N ₃₀ P ₂₅ K ₁₅	38,3	42,7	53,3	44,8	56,8	67,1	88,7	70,9	35,8	38,2	50,4	41,5
	N ₆₀ P ₅₀ K ₃₀	43,2	47,1	56,8	49,0	66,1	87,0	103,1	85,4	38,5	43,5	54,4	45,5
	N ₉₀ P ₇₅ K ₄₅	46,8	51,3	66,1	54,7	80,7	97,8	116,8	98,4	44,7	47,6	57,8	50,0
	N ₁₂₀ P ₁₀₀ K ₆₀	48,5	54,3	69,8	57,5	92,0	108,4	136,9	112,4	50,1	51,7	64,6	55,5
	N ₁₅₀ P ₁₂₅ K ₇₅	50,8	56,2	72,1	59,7	94,0	111,4	138,6	114,7	52,8	54,4	66,5	57,9
	N ₁₈₀ P ₁₅₀ K ₉₀	51,3	56,9	73,1	60,4	94,4	112,5	141,2	116,0	53,7	55,3	68,8	59,3
Молочно-воскова стиглість	без добрив	49,0	52,7	63,2	55,0	73,9	103,4	109,5	95,4	47,7	51,2	64,3	54,4
	N ₃₀ P ₂₅ K ₁₅	50,9	53,6	68,0	57,5	79,8	104,4	123,1	102,4	50,1	53,1	68,3	57,2
	N ₆₀ P ₅₀ K ₃₀	53,1	56,2	69,1	59,4	90,4	117,3	140,1	115,9	52,6	56,6	70,7	60,0
	N ₉₀ P ₇₅ K ₄₅	55,3	58,7	74,1	62,7	102,7	129,7	155,4	129,2	58,2	60,2	73,3	63,9
	N ₁₂₀ P ₁₀₀ K ₆₀	57,7	62,2	78,9	66,3	114,9	135,7	169,0	139,8	60,2	61,7	75,6	65,8
	N ₁₅₀ P ₁₂₅ K ₇₅	59,3	63,4	80,6	67,8	118,0	138,5	172,5	143,0	60,6	63,0	76,3	66,7
	N ₁₈₀ P ₁₅₀ K ₉₀	59,5	63,7	80,6	67,9	118,6	138,8	173,2	143,6	61,0	63,4	77,3	67,2
Повна стиглість	без добрив	45,1	51,1	60,6	52,3	68,4	98,4	109,4	92,1	43,8	50,8	62,2	52,3
	N ₃₀ P ₂₅ K ₁₅	48,5	55,5	66,0	56,7	76,3	98,4	121,1	98,6	48,7	54,2	68,1	57,0
	N ₆₀ P ₅₀ K ₃₀	53,3	59,6	69,2	60,7	83,2	108,4	134,4	108,7	55,7	61,8	74,3	63,9
	N ₉₀ P ₇₅ K ₄₅	54,5	61,0	73,2	62,9	94,3	116,0	144,4	118,2	63,5	70,0	82,8	72,1
	N ₁₂₀ P ₁₀₀ K ₆₀	56,4	62,4	76,1	64,9	107,3	124,8	154,3	128,8	69,1	72,9	88,1	76,7
	N ₁₅₀ P ₁₂₅ K ₇₅	58,2	63,0	78,1	66,5	108,9	126,7	155,6	130,4	69,9	75,7	90,2	78,6
	N ₁₈₀ P ₁₅₀ K ₉₀	58,5	63,4	78,5	66,8	109,1	127,6	156,5	131,0	70,3	76,0	91,3	79,2

Важливою особливістю сорго цукрового як енергетичної культури є вихід великої кількості соку із стебел, який ми визначали у фазу викидання волоті, молочно-воскової та повної стиглості зерна (рис. 1).

За результатами наших досліджень ми встановили, що вихід соку із стебел досліджуваних сортів варіював залежно від удобрення від 24,58 т/га до 78,05 т/га (рис. 1). Найбільший вихід соку було встановлено у гібриду Аграрний 5F у фазу молочно-воскової стиглості за дози мінеральних добрив N₁₈₀P₁₅₀K₉₀ (понад 78 т/га) (рис. 1). Вихід соку із стебел сорго прямо пропорційно збільшувався відповідно до збільшення доз мінеральних добрив. Так, різниця по виходу соку із стебел становила між варіантами з мінімальним та максимальним удобренням залежно від сорту в 1,2-2 рази (рис. 1).

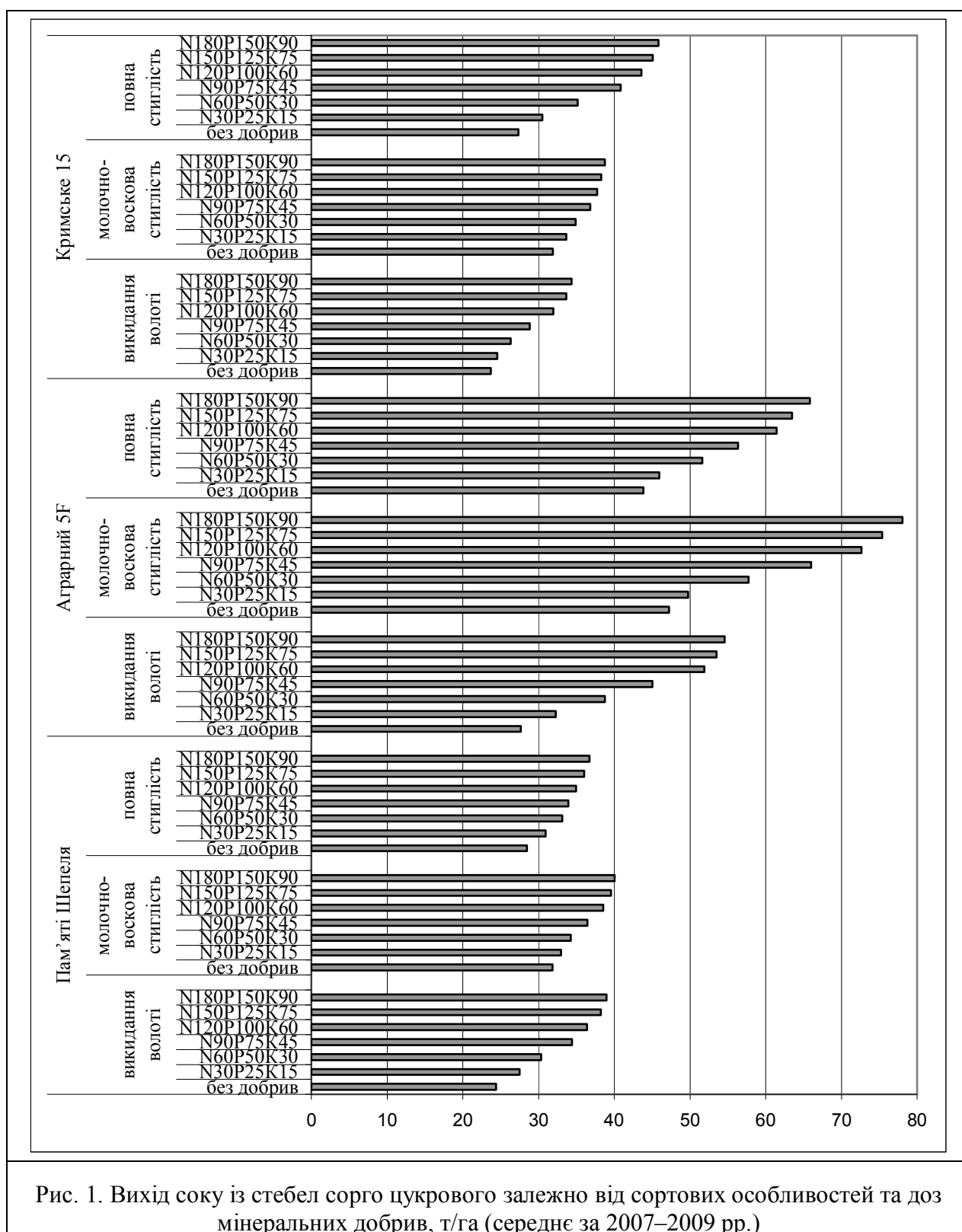


Рис. 1. Вихід соку із стебел сорго цукрового залежно від сортових особливостей та доз мінеральних добрив, т/га (середнє за 2007–2009 рр.)

Вміст цукрів в зразках сорго визначали в трьох фазах розвитку: викидання волоті, молочно-воскової та повній стиглості зерна з метою встановлення найвищої цукристості сорго. Таким чином, серед досліджуваних сортів та гібридів сорго цукрового є зразки, в яких вміст цукру становить від 3,54 % у фазу викидання волоті до 15,92 % у фазу молочно-воскової стиглості (табл. 2).

Відрізнялася динаміка виходу цукру із стебел сорго цукрового від його вмісту. Якщо порівняти гібрид Аграрний 5F із досліджуваними сортами, то вміст цукру на всіх варіантах удобрення та строках збирання у нього був найнижчий (табл. 2), але за рахунок високої

урожайності зеленої маси в результаті отримали найвищий вихід цукру (табл. 1). Так, найбільший його вихід був зафіксований у гібриду Аграрний 5F за удобрення N₁₈₀P₁₅₀K₉₀ у фазу молочно-воскової стиглості зерна (10,74 т/га).

Таблиця 2

Вміст та вихід цукру із стебел сорго залежно від сортових особливостей та доз мінеральних добрив (середнє за 2007–2009 рр.)

Фаза розвитку	Удобрєння	Вміст цукру, %			Вихід цукру із соку стебел, т/га		
		Пам'яті Шепеля	Аграрний 5F	Кримське 15	Пам'яті Шепеля	Аграрний 5F	Кримське 15
Викидання волоті	без добрив	5,78	4,02	4,18	1,41	1,11	0,99
	N ₃₀ P ₂₅ K ₁₅	5,87	3,95	4,38	1,61	1,27	1,08
	N ₆₀ P ₅₀ K ₃₀	5,90	3,77	4,26	1,79	1,46	1,12
	N ₉₀ P ₇₅ K ₄₅	5,68	3,64	4,20	1,95	1,64	1,21
	N ₁₂₀ P ₁₀₀ K ₆₀	5,52	3,61	4,07	2,01	1,87	1,30
	N ₁₅₀ P ₁₂₅ K ₇₅	5,42	3,54	4,02	2,07	1,90	1,35
	N ₁₈₀ P ₁₅₀ K ₉₀	5,29	3,61	3,91	2,06	1,97	1,34
Молочно-воскова стиглість	без добрив	15,89	14,47	14,61	5,06	6,83	4,67
	N ₃₀ P ₂₅ K ₁₅	15,92	14,43	14,78	5,25	7,18	4,98
	N ₆₀ P ₅₀ K ₃₀	15,91	14,25	14,67	5,45	8,23	5,12
	N ₉₀ P ₇₅ K ₄₅	15,66	14,15	14,41	5,71	9,34	5,31
	N ₁₂₀ P ₁₀₀ K ₆₀	15,47	14,02	14,17	5,96	10,19	5,35
	N ₁₅₀ P ₁₂₅ K ₇₅	15,24	13,98	14,18	6,03	10,54	5,43
	N ₁₈₀ P ₁₅₀ K ₉₀	14,97	13,76	13,88	5,99	10,74	5,38
Повна стиглість	без добрив	11,61	12,39	9,36	3,30	5,44	2,56
	N ₃₀ P ₂₅ K ₁₅	11,66	12,33	9,39	3,61	5,67	2,86
	N ₆₀ P ₅₀ K ₃₀	11,71	12,37	9,37	3,88	6,39	3,29
	N ₉₀ P ₇₅ K ₄₅	11,53	12,12	9,29	3,91	6,83	3,80
	N ₁₂₀ P ₁₀₀ K ₆₀	11,20	11,93	9,13	3,92	7,33	3,98
	N ₁₅₀ P ₁₂₅ K ₇₅	11,03	11,92	8,79	3,97	7,57	3,96
	N ₁₈₀ P ₁₅₀ K ₉₀	10,79	11,85	8,59	3,97	7,81	3,94

Згідно проведених досліджень, фаза розвитку була ключовим фактором, який впливав на вихід цукру із сорго. Найбільший вихід цукру досліджуваних варіантів отримали у фазу молочної стиглості зерна. Так, вихід цукру у гібриду Аграрний 5F у фазу молочно-воскової стиглості був у 5,4-6,0 разів більший порівняно з варіантом, який зібрали у фазу викидання волоті (табл. 2).

Вихід біоетанолу визначали розрахунковим способом. Динаміка виходу біоетанолу була наступною: найнижчий показник був зафіксований у фазу викидання волоті у всіх сортів, найвищий – у фазу молочно-воскової стиглості зерна (рис. 2).

Максимальний вихід біоетанолу був у гібриду Аграрний 5F за удобрення N₁₈₀P₁₅₀K₉₀ (687,61 дал/га) за умов збирання сировини у фазу молочно-воскової стиглості зерна.

Зниження виходу біоетанолу спостерігалось у сортів Пам'яті Шепеля та Кримське 15 за внесення дози добрив N₁₈₀P₁₅₀K₉₀ (рис. 2).

В перерахунку на 1 т зеленої маси сорго, найбільший вихід біоетанолу становив 5,87 дал/т. Цей показник був отриманий на варіанті із сортом Пам'яті Шепеля за удобрення $N_{60}P_{50}K_{30}$ у фазу молочно-воскової стиглості зерна.

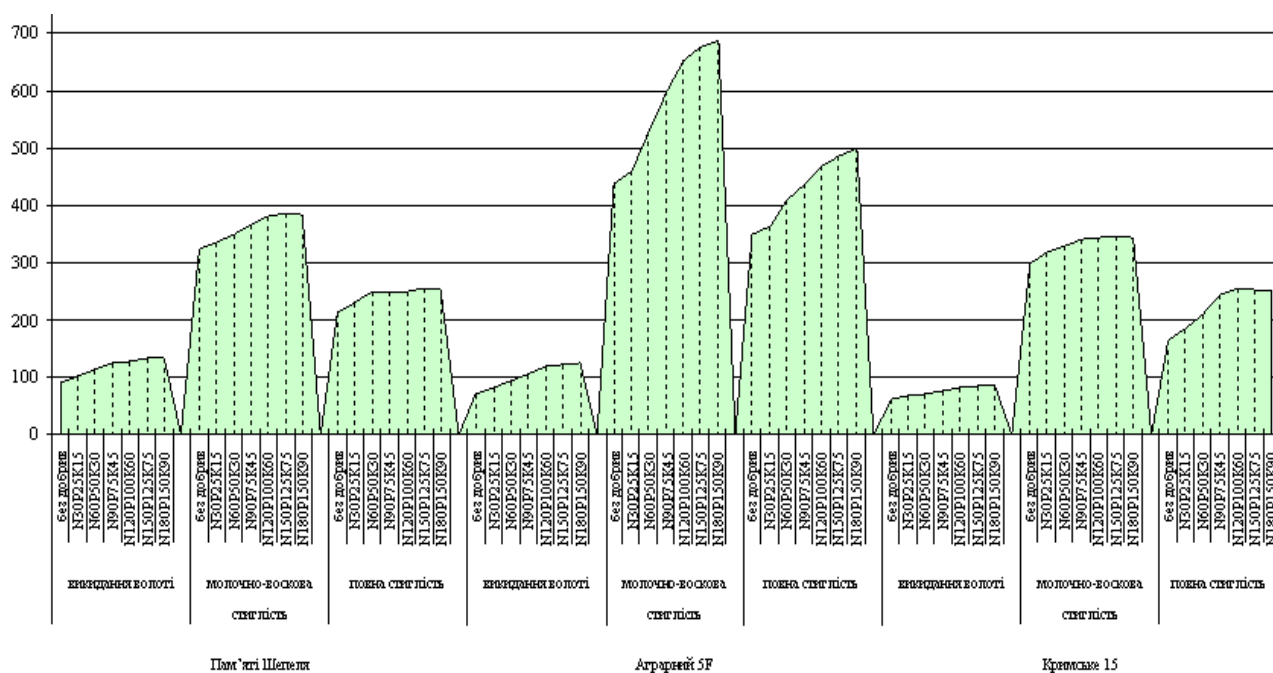


Рис. 2. Вихід біоетанолу із стебла сорго цукрового залежно від сортових особливостей та доз мінеральних добрив, дал/га (середнє за 2007–2009 рр.)

Висновки. В результаті проведених досліджень встановлено, що 1 га посівів сорго цукрового залежно від сортових особливостей та доз мінеральних добрив може забезпечити від 33,6 т/га до 173,2 т/га зеленої маси з виходом соку із стебел від 24,58 т/га до 78,05 т/га.

Найвищий вихід цукру (10,74 т/га) та біоетанолу (687,61 дал/га) забезпечує гібрид Аграрний 5F у фазу молочно-воскової стиглості за удобрення $N_{180}P_{150}K_{90}$.

Для отримання найбільшого виходу біоетанолу з 1 т зеленої маси сорго (5,87 дал/т) варто висівати сорт Пам'яті Шепеля за удобрення $N_{60}P_{50}K_{30}$ і збирати його у фазу молочно-воскової стиглості зерна.

Список використаних літературних джерел

1. Болдырева Л. Л. Итоги и перспективы развития селекции сахарного сорго в Крыму / Л. Л. Болдырева, В. В. Бритвин // Сільськогосподарські науки: наукові праці. – Сімферополь: ПФ "КАТУ" НАУ, 2008. – Вип. 108. – С.102-108.
2. Левандовський Л.В. Використання соку цукрового сорго для біосинтезу спирту / Л.В. Левандовський, С.Т. Олійнічук, Л.В. Ткаченко, А.Ф. Ткаченко // Вісник аграрної науки. – 2004. – № 7. – С. 63-65.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів / Грицаєнко З.М., Грицаєнко А.О., Карпенко В.П. – К.: ЗАТ „НІЧЛАВА”, 2003. – 320 с.
5. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур: Методи визначення показників якості рослинницької продукції – К.: Алефа, 2000. – 144 с.
6. Олексенко Ю.Ф., Красненков С.В. Минеральные удобрения и качество зеленой массы сорго // Кукуруза и сорго. – 1990. – № 3. – С. 30-34.

Аннотація

Каленская С.П., Гринюк И.П.

Влияние доз минеральных удобрений и сортовых особенностей на выход сахара и биоэтанола из сорго сахарного в условиях правобережной Лесостепи Украины

Приведены результаты исследований урожайности зеленой массы сорго сахарного, выхода сахара и биоэтанола из растений сорго сахарного в зависимости от сортовых особенностей, доз минеральных удобрений и фаз развития в условиях Правобережной Лесостепи Украины.

Ключевые слова: Сорго сахарное, зеленая масса, содержание и выход сахара, биоэтанол.

Annotation

Kalenska S., Grynyuk I.

The effect of doses of fertilizers and varietal characteristics on the sugar yield and bioethanol output from the sweet sorghum in the right part Forest-Steppe of Ukraine.

In this article are represented the results of studies of green matter yield of sweet sorghum, yield of sugar and output of bioethanol from sweet sorghum depending on the varietal characteristics, doses of mineral fertilizers and phases of plant development in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine.

Key words: Sweet sorghum, green matter yield, content and sugar yield, bioethanol.

УДК 633.31:631.5

Л.В. КОЛОМІЄЦЬ, кандидат с.-г. наук,
старший викладач кафедри екології та навколишнього середовища
Кіровоградський національний технічний університет

ВИКОРИСТАННЯ ФАР ПОСІВАМИ КУКУРУДЗИ НА КОРМ

В статті подано результати досліджень по вирощуванню сумісних і ущільнених посівів кукурудзи та сорго з бобовими культурами. Наведено показники використання фотосинтетичної активної радіації штучними агроценозами. Обґрунтовано необхідність впровадження сумісних посівів кукурудзи з бобовими культурами.

Ключові слова: сумісні посіви, кукурудза, сорго, соя, фотосинтетична активна радіація, суха речовина.

Вступ. Кліматичні та географічні умови України сприятливі для вирощування сільськогосподарської продукції та розвитку галузі тваринництва. Світова практика вказаних напрямків свідчить, що досягти оптимальних показників економічної ефективності можна лише за попереднього аналізу багатьох факторів, що визначають умови отримання продукції. На експериментальній базі та дослідних станціях Всесоюзного науково-дослідного інституту кукурудзи одержано дані, які показують, що для сумісного посіву кукурудзи в різних ґрунтово-кліматичних зонах можна використовувати сою, кормовий люпин тощо – вони можуть вирощуватись в сумісних посівах з кукурудзою в різних ґрунтово-кліматичних зонах [1, 2].

Листки культур, як відомо є основним органом фотосинтезу. При інтенсивному вирощуванні польових культур посів може поглинати 2–3 і навіть більше відсотків ФАР (максимально в природних умовах 8–10, теоретично можливе поглинання за ідеальних умов фотосинтезу 28–30, наближених до них – 19–20 %. При цьому кількість біомаси, що сформувалася в процесі фотосинтезу з розрахунку на 1% поглинання ФАР, у різних зонах неоднакова. Загалом вивченню сумісних посівів приділено багато уваги. Дослідженнями вітчизняних та зарубіжних вчених доведено, що фотосинтетична продуктивність рослин залежить від асиміляційної поверхні, інтенсивності фотосинтезу, добового приросту