

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА СПОСОБІВ УДОБРЕННЯ КУКУРУДЗИ В УМОВАХ ПІВНІЧНОГО СХОДУ УКРАЇНИ

Наумов Євген Олександрович

аспірант

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0009-0001-6864-7447

naumov1996@ukr.net

Серед зернових культур сучасного аграрного виробництва України ключовою є кукурудза. Завдяки своєму універсальному призначенню, як-то використання на харчові цілі, для годівлі сільськогосподарських тварин та технічної переробки, вона знаходиться на другому місці після пшениці за розмірами посівних площ та на першому місці за обсягами виробництва та врожайністю.

Серед існуючих технологічних заходів вирощування сільськогосподарських культур в цілому, так і кукурудзи зокрема, найбільш дієвим є мінеральні добрива, перш за все азотні.

Проте, у структурі витрат за вирощування, мінеральні добрива займають найбільшу дольову участь і в той же час їх виробництво є найбільш енергоємним та потребує знаних енергетичних витрат. У зв'язку з цим, пошук найбільш оптимального способу удобрення кукурудзи в контексті високої економічної та енергетичної ефективності є актуальним питанням.

Мета і завдання дослідження – провести енергетичну та економічну оцінку способів удобрення кукурудзи в умовах північного сходу України та виявити найбільш конкурентоспроможні варіанти досліду.

Основний метод досліджень – польовий. Закладання і проведення досліду відбувалося на полях Писарівського відділення Сумського регіонального управління СТОВ «Дружба-Нова» Сумської області. Схема досліду передбачала вивчення впливу внесення різних норм та форм азотних добрив на урожайність зерна кукурудзи.

Серед варіантів удобрення середньораннього гібриду кукурудзи ДКС 3730 найкращим виявилось внесення 150 кг/га д.р. азоту на фосфорно-калійному фоні ($P_{60}K_{60}$). При цьому рівень рентабельності становив 61,3%, а величина умовно-чистого прибутку 15510 грн/га. На зазначеному варіанті досліду відмічено також найвище значення показника енергетичної ефективності – 6,47.

Встановлено, що комплексний коефіцієнт конкурентоспроможності найвищим був на варіанті, де кукурудза удобрялася азотом в нормі 150 кг/га д.р. у формі безводного аміаку на фосфорно-калійному фоні – 1,10. Це вказує на перевагу зазначеного способу удобрення кукурудзи над контрольним варіантом за сукупністю показників енергетичної та економічної оцінки. Варіанти із внесенням карбаміду та КАС-32 за сукупністю показників економічної та енергетичної оцінки виявилися менш ефективними порівняно із безводним аміаком.

Ключові слова: кукурудза, удобрення, азотні добрива, урожайність, карбамід, КАС, безводний аміак, економічна ефективність, енергетична ефективність, конкурентоспроможність.

DOI <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.3.7>

Вступ. У складних реаліях сьогодення, спричинених війною, аграрний сектор України є основою експорту нашої держави, забезпечуючи при цьому 53% обсягів зовнішньої торгівлі та основним джерелом валютних надходжень, оскільки загальна вартість реалізованої сільськогосподарської продукції у 2022 році складає понад 23 млрд дол. Серед неї провідне місце займає кукурудза – 5,94 млрд дол. або 25,8% (Roslynyntstvo Ukrainy, 2023, Zovnishnia torhivlia, 2023).

Національною економічною стратегією на період до 2030 року, зокрема передбачено, збільшення обсягів експорту агропродукції до 40 млрд дол. та зростання урожайності сільськогосподарських культур на 30% (Natsionalna ekonomichna stratehiia, 2021; Petrychenko et al., 2020). Серед існуючих технологічних заходів вирощування сільськогосподарських культур в цілому, так і кукурудзи зокрема, найбільш дієвим є мінеральні добрива, перш за все азотні (Korniichuk, 2015; Lykhochvor & Prots, 2002). За обсягами винесення нітрогену з урожаєм на 1 га посіву вона займає провідне місце серед інших рослин, що свідчить про її нітрофілії (Hospo-

darenko, 2015; Hospodarenko, 2016; Polovyi, 2007; Shpaar et al., 2009; Shynkaruk, 2021).

Проте, у структурі витрат на вирощування, мінеральні добрива займають найбільшу дольову участь і в той же час їх виробництво є найбільш енергоємним та потребує знаних енергетичних витрат. У зв'язку з цим, пошук найбільш оптимального способу удобрення кукурудзи в контексті високої економічної та енергетичної ефективності є актуальним питанням.

На сьогоднішній день проведено багато досліджень із вивчення питань удобрення кукурудзи, проте час від часу сільськогосподарські товаровиробники постають перед новими викликами, які змушують їх шукати інноваційні рішення для тих чи інших проблем сьогодення (Asanishvili, 2020; Yermakova & Krestianinov, 2016; Kalenska et al., 2019; Hen, 2011; Hovenko et al., 2019; Hovenko & Antal, 2022; Hovenko & Kalenska, 2022).

У зв'язку з цим, вивчення питання впливу різних форм і норм внесення азотних добрив на урожайність кукурудзи в умовах північного сходу України є надзвичайно важливим, що і зумовило тематику наших досліджень.

Мета дослідження – провести енергетичну та економічну оцінку способів удобрення кукурудзи в умовах північного сходу України та виявити найбільш конкурентоспроможні варіанти досліді.

Матеріали і методи досліджень. Виходячи із мети досліджень, вирішення намічених програмою завдань проводилось в польовому досліді, де впродовж 2019–2021 років вивчалися способи удобрення кукурудзи на зерно. Польові дослідження здійснювалися на полях Писарівського відділення Сумського регіонального управління СТОВ «Дружба-Нова» Сумської області.

Схема досліді передбачала вивчення впливу внесення різних норм та форм азотних добрив на урожайність зерна кукурудзи (табл. 1).

Таблиця 1

Схема досліді

Фактор А – форма азотних добрив	Фактор В – норма внесення мінерального азоту
1. Безводний аміак 2. Карбамід 3. КАС-32	Контроль P ₆₀ K ₆₀ (фон) N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀ N ₁₅₀ P ₆₀ K ₆₀ N ₁₈₀ P ₆₀ K ₆₀ N ₂₁₀ P ₆₀ K ₆₀

В наших досліді в вирощувався гібрид ДКС 3730 з ФАО 280. Придатний до вирощування у різних умовах, має міцну кореневу систему, швидку вологовіддачу. Рекомендований для вирощування за середнього та високого мінерального живлення, за традиційного, мінімального та No-till обробітку ґрунту. Можливе вирощування в монокультурі.

В наших досліді використовували наступні мінеральні добрива: безводний аміак з вмістом азоту 82%, КАС-32, який містить 32% азоту, карбамід – 46% азоту, гранульований суперфосфат – 19,5% P₂O₅ та калій хлористий 60% K₂O. Фосфорні та калійні добрива вносилися восени під основний обробіток ґрунту, а азотні весною за 10 днів до сівби.

Розміри ділянок: посівна – 150 м²; облікові – 100 м², повторність триразова.

Дослідження проводилися відповідно до загальноприйнятих методик (Yeshchenko et al., 2014)

Результати. Підсумковим етапом розробки технології вирощування будь-якої сільськогосподарської культури в тому числі і кукурудзи є її економічна оцінка (Asanishvili, 2013; Kaminskyi & Asanishvili, 2020; Krestianinov et al., 2020), Maliarchuk et al., 2016; Rohach et al., 2018). На основі розрахованих технологічних карт на проведення робіт по вирощуванню кукурудзи, були визначені затрати матеріальних, грошових та трудових ресурсів, що необхідні для її вирощування. Розрахунки економічної ефективності вирощування досліджуваної культури були проведені на основі цін на засоби виробництва та вирощену продукцію (вартість 1 т зерна кукурудзи 4000 грн), які склалися в Україні станом на 1 жовтня 2023 року.

Нашими дослідженнями встановлено, що технологічні заходи, які вивчалися в досліді впливали на показники економічної ефективності вирощування кукурудзи (табл. 2).

Виробничі витрати на вирощування гібриду кукурудзи ДКС 3730 становили 12 700–27 046 грн/га при використанні безводного аміаку, 12 700–31 557 грн/га на варіантах із внесенням карбаміду та 12 700–31 756 грн/га при удобренні кукурудзи КАС-32. Вартість вирощеної продукції становила 21 560–40 800 грн/га залежно від варіанту досліді. Величина умовно-чистого доходу залежала від урожайності кукурудзи та виробничих витрат на її вирощування. Так, при застосуванні КАС-32 зазначений показник був на рівні 444–9060 грн/га, на варіантах із внесенням карбаміду – 3223–10 374 грн/га та 4060–15 510 грн/га при використанні безводного аміаку. Рівень рентабельності вирощування досліджуваної культури знаходився на рівні 1,42–71,3% залежно від способу удобрення.

Серед досліджуваних форм мінерального нітрогену найвищою рентабельністю вирощування відзначився варіант із внесенням безводного аміаку – 30,9–61,3%. Дещо менш економічно доцільним було застосування карбаміду, оскільки рівень рентабельності виробництва становив 10,5–36,5%.

Найменш вигідним для агровиробників було використання КАС-32, при якому рентабельність вирощування знаходилася на рівні 1,42–28,1%.

Порівняльна оцінка способів удобрення кукурудзи вказує на доцільність використання середніх норм мінерального нітрогену – 150 кг/га при всіх формах його внесення. На зазначеному варіанті досліді рівень рентабельності вирощування досліджуваної культури становив 61,3% за внесення безводного аміаку, 36,5% за використання карбаміду та 28,1% при застосуванні КАС-32.

Як менші норми внесення азоту (90 та 120 кг/га д.р.) так і більші (180 та 210 кг/га) виявилися менш ефективними, оскільки рівень рентабельності вирощування досліджуваної культури знаходився на рівні 14,1–19,4% і 16,6–45,3% та 11,4–46,3 та 1,42–30,9% залежно від форми нітрогену. В цілому ж серед варіантів удобрення середньораннього гібриду кукурудзи ДКС 3730 найкращим виявилось внесення 150 кг/га д.р. азоту на фосфорно-калійному фоні (P₆₀K₆₀). При цьому рівень рентабельності становив 61,3%, а величина умовно-чистого прибутку 15510 грн/га.

В умовах високої вартості енергоресурсів та пошуку сільськогосподарськими товаровиробниками напрямів здешевлення виробництва, пріоритетним є вирощування сільськогосподарських культур за інтенсивними ресурсо- та енергозберігаючими технологіями, ефективність яких завжди більша, ніж існуючих. Передумовою впровадження нової технології у виробництво є її енергетична оцінка (Medvedovskyi & Ivanenko., 1988).

Алгоритм розрахунків енергетичних затрат передбачає врахування прямих затрат енергії та опосередкованих затрат, (Harkavui et al., 2006).

Енергетичні затрати на вирощування кукурудзи проводилися на основі складених енергетичних карт з врахуванням розмірів щорічного відрахування енергоємності на оброблювану площу та накладних витрат.

Досліджувані елементи технології вирощування кукурудзи забезпечили різну енергетичну ефективність, (табл. 3).

Таблиця 2
Основні показники економічної ефективності вирощування гібриду кукурудзи ДКС 3730 в умовах північного сходу України (середнє за 2019-2021 рр.)

Норми азотних добрив, кг/га д.р.*	Форми азотних добрив															
	безводний аміак							карбамід							КАС-32	
	показники															
	урожайність, т/га	виробничі затрати, грн/га	вартість виробленої продукції	умовно-чистий прибуток, грн/га	рівень рентабельності, %	урожайність, т/га	виробничі затрати, грн/га	вартість виробленої продукції	умовно-чистий прибуток, грн/га	рівень рентабельності, %	урожайність, т/га	виробничі затрати, грн/га	вартість виробленої продукції	умовно-чистий прибуток, грн/га	рівень рентабельності, %	
1	5,39	12700	21560	8860	69,8	5,4	12700	21600	8900	70,1	5,44	12700	21760	9060	71,3	
2	6,24	20900	24960	4060	19,4	5,96	20900	23840	2940	14,1	6,17	20900	24680	3780	18,1	
3	8,55	23534	34200	10666	45,3	7,97	25296	31880	6584	26,0	7,4	25380	29600	4220	16,6	
4	9,48	24412	37920	13508	55,3	8,96	26861	35840	8979	33,4	8,18	26975	32720	5745	21,3	
5	10,2	25290	40800	15510	61,3	9,7	28426	38800	10374	36,5	9,15	28569	36600	8031	28,1	
6	9,57	26168	38280	12112	46,3	9,22	29991	36880	6889	23,0	8,4	30163	33600	3438	11,4	
7	8,85	27046	35400	8354	30,9	8,72	31557	34880	3323	10,5	8,05	31756	32200	444	1,42	

*Примітка: 1. Контроль; 2. $P_{60}K_{60}$ (фон); 3. $N_{90}P_{60}K_{60}$; 4. $N_{120}P_{60}K_{60}$; 5. $N_{150}P_{60}K_{60}$; 6. $N_{180}P_{60}K_{60}$; 7. $N_{210}P_{60}K_{60}$

Енергетична ефективність способів удобрення кукурудзи гібриду ДКС 3730 в умовах північного сходу України (середнє за 2019–2021 рр.)

Норми азотних добрив*	Форми азотних добрив								
	безводний аміак			карбамід			КАС-32		
	показники								
	вміст валової енергії в урожаї, ГДж/га	затрати енергії на отримання урожаю, ГДж/га	енергетичний коефіцієнт	вміст валової енергії в урожаї, ГДж/га	затрати енергії на отримання урожаю, ГДж/га	енергетичний коефіцієнт	вміст валової енергії в урожаї, ГДж/га	затрати енергії на отримання урожаю, ГДж/га	енергетичний коефіцієнт
1	100,8	25,4	3,97	101,0	25,4	3,98	101,7	25,5	3,99
2	116,7	25,7	4,54	111,5	25,6	4,35	115,4	25,6	4,51
3	159,9	28,5	5,61	149,0	27,8	5,36	138,4	27	5,13
4	177,3	29,1	6,09	167,6	28,9	5,80	153,0	27,9	5,48
5	190,7	29,5	6,47	181,4	30,0	6,05	171,1	28,9	5,92
6	179,0	30,2	5,93	172,4	30,5	5,65	157,1	30,2	5,20
7	165,5	30,8	5,37	163,1	30,8	5,29	150,5	30,5	4,94

*Примітка: 1. Контроль; 2. $P_{60}K_{60}$ (фон); 3. $N_{90}P_{60}K_{60}$; 4. $N_{120}P_{60}K_{60}$; 5. $N_{150}P_{60}K_{60}$; 6. $N_{180}P_{60}K_{60}$; 7. $N_{210}P_{60}K_{60}$

Нашими дослідженнями встановлено, що вихід валової енергії з одиниці площі визначався в основному зерновою продуктивністю кукурудзи і знаходився на рівні 100,8–190,7 ГДж/га. Найменшим вмістом енергії в урожаї відзначився контрольний варіант 100,8–101,7 ГДж/га. В той же час при внесенні 150 кг/га д.р. азоту у формі безводного аміаку відмічено найвищий вміст енергії в урожаї кукурудзи – 190,7 ГДж/га.

Енергетичні затрати на вирощування урожаю кукурудзи, як невід’ємна складова частина енергетичної оцінки, становили 25,4–30,8 ГДж/га залежно від варіанту досліду і залежали від багатьох чинників, зокрема норми внесення мінеральних добрив, урожайності досліджуваної культури, вологості зерна і відповідно затрат на досушування.

Найменш енергоємним виявився контрольний варіант, затрати енергії на вирощування якого становили 25,4–25,5 ГДж/га. В той же час, варіант досліду, на якому вносилося 210 кг/га д.р. нітрогену був найбільш енергоємним, так як затрати енергії на вирощування урожаю становили 30,5–30,8 ГДж/га. Слід відмітити, що закономірно спостерігається зростання енергетичних затрат на вирощування кукурудзи із зростанням норм внесення азотних добрив. Це вказує на те, що саме оптимізація азотного живлення є основою енергоощадних технологій.

Основним показником енергетичної ефективності вирощування будь-якої культури, в тому числі і кукурудзи є енергетичний коефіцієнт. Чим більше його значення, тим доцільнішим є використання зазначеної технології.

Нашими дослідженнями встановлено, що енергетичний коефіцієнт знаходився на рівні 3,97–6,47 залежно від варіанту досліду. Найнижчим він був на контрольних варіантах – 3,97–3,99, що вказує на недоцільність вирощування кукурудзи без застосування добрив.

В той же час, варіант досліду, на якому вносилося 150 кг/га д.р. азоту у формі безводного аміаку на фосфорно-калійному фоні, забезпечив найвище значення показника енергетичної ефективності – 6,47.

Як вищі, так і нижчі норми внесення мінерального азоту спричинили зниження енергетичної ефективності вирощування кукурудзи.

Для виявлення найбільш оптимальних технологій вирощування сільськогосподарських культур проводиться оцінка їх на конкурентоспроможність, що поєднує в собі показники енергетичної та інтегральної (економічної) оцінки. Якщо коефіцієнти оцінювання нової технології більші за 1,0 така технологія є кращою порівняно з базовою, якщо менші 1,0 – то нова технологія гірша від базової, а якщо ж рівний 1,0, то вона рівнозначна базовій (Harkavyi et al., 2006).

Результатами досліджень встановлено, що досліджувані способи удобрення кукурудзи різних груп стиглості відзначилися неоднаковими коефіцієнти енергетичної оцінки, інтегральної оцінки та конкурентоспроможності, які розраховані за методикою А. Д. Гарькавого, В. Ф. Петриченка, А. В. Спіріна, та включають в себе показники економічної та енергетичної ефективності (Harkavyi et al., 2006), (табл. 4).

**Конкурентоспроможність способів удобрення кукурудзи північного сходу України
(середнє за 2019–2021 рр.)**

Норми азотних добрив*	Форми азотних добрив								
	безводний аміак			карбамід			КАС-32		
	показники								
	Коефіцієнт енергетичної оцінки	Коефіцієнт інтегральної оцінки	Комплексний коефіцієнт конкурентоспроможності	Коефіцієнт енергетичної оцінки	Коефіцієнт інтегральної оцінки	Комплексний коефіцієнт конкурентоспроможності	Коефіцієнт енергетичної оцінки	Коефіцієнт інтегральної оцінки	Комплексний коефіцієнт конкурентоспроможності
1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2	1,07	0,70	0,88	1,04	0,67	0,86	1,06	0,69	0,88
3	1,15	0,86	1,00	1,13	0,74	0,94	1,12	0,68	0,90
4	1,20	0,91	1,06	1,17	0,78	0,98	1,14	0,71	0,93
5	1,25	0,95	1,10	1,18	0,80	0,99	1,18	0,75	0,97
6	1,17	0,86	1,01	1,13	0,72	0,92	1,07	0,65	0,86
7	1,09	0,77	0,93	1,08	0,65	0,86	1,04	0,59	0,81

*Примітка: 1. Контроль; 2. $P_{60}K_{60}$ (фон); 3. $N_{90}P_{60}K_{60}$; 4. $N_{120}P_{60}K_{60}$; 5. $N_{150}P_{60}K_{60}$; 6. $N_{180}P_{60}K_{60}$; 7. $N_{210}P_{60}K_{60}$

Так, серед варіантів дослідження, коефіцієнт енергетичної оцінки знаходився на рівні 1,0–1,25 залежно від способу удобрення. Найвищим (1,25) він був на варіанті де досліджуваний гібрид удобрявся азотом в нормі 150 кг/га д.р. у формі безводного аміаку.

За коефіцієнтом інтегральної оцінки всі варіанти дослідження поступалися контрольному без внесення добрив, оскільки вони були меншими за 1,00.

Комплексний коефіцієнт конкурентоспроможності дозволяє всебічно оцінити технологію вирощування досліджуваної культури. Встановлено, що найвищим він був на варіанті, де досліджуваний гібрид удобрявся азотом в нормі 150 кг/га д.р. у формі безводного аміаку на фосфорно-калійному фоні – 1,10. Це вказує на перевагу зазначеного способу удобрення кукурудзи над контрольним варіантом за сукупністю показників енергетичної та економічної оцінки. Варіанти із внесенням карбаміду та КАС-32 за сукупністю показників економічної та енергетичної оцінки виявилися менш ефективними порівняно із безводним аміаком.

Обговорення. Серед усіх сільськогосподарських культур сучасного аграрного виробництва України, кукурудза відзначається найвищим виносом азоту на одиницю площі і позитивно реагує на оптимізацію

живлення рослин через підвищення продуктивності. (Navryliuk, 2001). Тому ключову роль у забезпеченні високої продуктивності кукурудзи відіграють добрива, особливо азотні. Проте, саме на них припадає найвища частка у структурі грошових та матеріальних затрат на вирощування культури.

У зв'язку з цим, оптимізація живлення кукурудзи і виявлення найбільш економічно-та енергетично вигідних її варіантів є запорукою отримання високих показників урожайності та конкурентоспроможної продукції на ринку. (Pysarenko, 2007; Mykhailenko, 2012; Vozhehova et al., 2018).

Висновки. Таким чином, узагальнюючи викладений матеріал можна підсумувати, що в умовах північного сходу України кращим способом удобрення кукурудзи на зерно є внесення 150 кг/га д.р. азоту у формі безводного аміаку на фосфорно-калійному фоні. Зазначений варіант дослідження забезпечує найкращий рівень рентабельності – 61,3%.

При цьому енергетичний коефіцієнт та коефіцієнт комплексної конкурентоспроможності знаходяться на рівні 6,47 та 1,10, що є найвищими показниками серед досліджуваних варіантів, а отже, передумовою для використання його у виробництві.

Бібліографічні посилання:

1. Asanishvili, N. M. (2013) Efektyvnist elementiv tekhnologii vyroshchuvannia kukurudzy v umovakh pivnichnoi chastyny Lisostepu [The effectiveness of the elements of corn cultivation technology in the conditions of the northern part of the Forest Steppe] Collection of science Proceedings of the National Science Center "Institute of Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences", 3–4, 68–74 (in Ukrainian).

2. Asanishvili, N. M. (2020) Optymizatsiia mineralnogo zhyvlennia hibrydiv kukurudzy na osnovi roslynnoi diahnostyky. [Optimization of mineral nutrition of corn hybrids based on plant diagnostics]. *Crop production and soil science*. 11. 3. 22 (in Ukrainian). doi: 10.31548/agr2020.03.022
3. Havryliuk V. M. (2001) Kukurudza v vashomu gospodarstvi [Corn in your household] Kyiv. World. 234 (in Ukrainian).
4. Harkavyi, A. D., Petrychenko, V. F. & Spirin, A. V. (2006) Konkurentospromozhnist tekhnolohii i mashyn: Navchalnyi posibnyk. [Competitiveness of technologies and machines: Study guide]. Vinnytsia State Agrarian University "Tiras", 73 (in Ukrainian).
5. Hen, S. P. (2011) Urozhainist zerna kukurudzy zalezno vid system udobrennia i obrobitku gruntu. [Maize grain yield depending on fertilization and tillage systems]. *Bulletin of the Institute of Agriculture of the Steppe Zone*, 1, 117–121 (in Ukrainian).
6. Hovenko, R. V., Kalenska, S. M. & Antal, T. V. (2019) Zastosuvannia riznykh vydiv ridkykh azotnykh dobryv na posivakh kukurudzy v umovakh FH "Bohatyrivske". [Application of various types of liquid nitrogen fertilizers on corn crops in the conditions of the Bogatyrivske farm]. *Organic agricultural production: education and science: theses of the All-Ukrainian science and practice. conference, Kyiv, October 31, 47–49* (in Ukrainian).
7. Hovenko, R.V. & Antal, T. V. (2022) Produktivnist kukurudzy zalezno vid vydu azotnykh dobryv, pozakorenevoho pidzhyvlennia ta pohodnykh umov [The productivity of corn depends on the type of nitrogen fertilizers, foliar fertilization and weather conditions]. *Agrarian innovations. Melioration, agriculture, crop production*, 15, 22 – 29 (in Ukrainian). doi: 10.32848/agrar.innov.2022.15.3
8. Hovenko, R. V. & Kalenska, S. M. (2022) Vplyv azotnykh dobryv ta pidzhyvlennia posiviv na yakist zerna kukurudzy. [The influence of nitrogen fertilizers and fertilization of crops on the quality of corn grain]. *Abstracts of reports at the IV International Science – 150 practical online conference. "Development trends and challenges to modern agricultural science and education under climatic and political conditions"*, 10–12 (in Ukrainian).
9. Hospodarenko, H. M. (2015) Systema zastosuvannia dobryv : navch. posib. [Fertilizer application system. Tutorial]. Limited liability company "SIK GROUP Ukraine", 376 (in Ukrainian).
10. Hospodarenko, H. M. (2016) Udobrennia silskohospodarskykh kultur [Fertilization of agricultural crops]. LLC «Sik Group Ukraine», 276 (in Ukrainian).
11. Yermakova, L. M. & Krestianinov, Ye. V. (2016) Urozhainist kukurudzy zalezno vid udobrennia ta hibrydu na temno-sirykh opidzolenykh gruntakh. [Maize yield depending on fertilizer and hybrid on dark gray podzolized soils]. *Herald Poltava state agrarian academy*, 4, 63–65 (in Ukrainian).
12. Yeshchenko, V. O., Kopytko, P. H., Kostohryz, P. V. & Opryshko, V. P. (2014). Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii. [Basics of scientific studies of agronomy]. Private enterprise "Edelweiss & K trading house". 332 (in Ukrainian).
13. Kalenska, S. M., Yermakova, L. M., Krestianinov, Ye. V. & Antal, T. V. (2019) Reaktsiia hibrydiv kukurudzy riznykh hrup styhlosti na udobrennia ta ekonomichna efektyvnist vyroshchuvannia. [Reaction of corn hybrids of different maturity groups to fertilizers and economic efficiency of cultivation]. *Taurian Scientific Bulletin*, 106, 72–78 (in Ukrainian).
14. Kaminskyi, V. F. & Asanishvili, N. M. (2020) Ekonomichna efektyvnist tekhnolohii vyroshchuvannia kukurudzy riznogo rivnia intensyvnosti. [Economic efficiency of corn cultivation technologies of different intensity levels]. *Herald of Agrarian Science of the Black Sea Region*, 3(107), 19–27 (in Ukrainian). doi: 10.31521/2313-092X/2020-3(107)-4
15. Kornichuk, O. V. (2015) Kukurudza v suchasnykh ahrotsenozakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy v umovakh defitsytu volohy. [Maize in modern agrocenoses of the right-bank forest-steppe of Ukraine under moisture deficit conditions]. *Fodder and fodder production*, 81, 8 – 20 (in Ukrainian).
16. Krestianinov, Ye. V., Yermakova, L. M. & Antal, T. V. (2020) Ekonomichna ta enerhetychna efektyvnist vyroshchuvannia kukurudzy zalezno vid mineralnykh dobryv ta pozakorenevoho pidzhyvlennia posiviv. [Economic and energy efficiency of corn cultivation depending on mineral fertilizers and foliar feeding of crops]. *Scientific reports of the National University of Bioresources and Nature Use of Ukraine*, 5 (87). (in Ukrainian). doi: 10.31548/dopovidi2020.05.006
17. Lykhochvor, V. V. & Prots, R. R. (2002) Kukurudza [Corn]. *Ukrainian technologie*, 46 (in Ukrainian).
18. Maliarchuk, M. P., Kotelnikov, D. I. & Shepel, A. V. (2016) Ekonomichna efektyvnist vyroshchuvannia kukurudzy na zerno za riznykh sposobiv obrobitku gruntu ta udobrennia v sivozmini na zroshenni. [Economic efficiency of growing corn for grain under different methods of soil cultivation and fertilization in crop rotation with irrigation]. *Irrigated agriculture*, 65, 44–46 (in Ukrainian)
19. Medvedovskiy, O. K. & Ivanenko, P. I. (1988) Enerhetychnyi analiz intensyvnykh tekhnolohii v silskohospodarskomu vyrobnytstvi. [Energy analysis of intensive technologies in agricultural production]. *Urozhai*, 205 (in Ukrainian).
20. Mykhailenko, I. V. (2012) Ekonomiko-tekhnolohichni aspekty pidvyshchennia konkurentospromozhnosti vyrobnytstva zerna i nasinnia kukurudzy v umovakh zroshennia pivdnia Ukrainy [Economic and technological aspects of the increase competitiveness of grain and corn seed production in conditions of irrigation of the south of Ukraine] *Tavriyskyi scientific bulletin*, 78, 32–35. (in Ukrainian)
21. Natsionalna ekonomichna stratehiia do 2030 roku. [National economic strategy until 2030.] Cabinet of Ministers of Ukraine. Access mode: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/179-2021-%D0%BF#Text>
22. Petrychenko, V. F. & Lykhochvor, V. V. (2020) Roslynnnytstvo. Novi tekhnolohii vyroshchuvannia polovykh kultur: pidruchnyk. 5-te vyd., vyprav., dopov. [Plant growing. New technologies of cultivation of field crops: a textbook. 5th edition, corrections, additions]. Research and production company "Ukrainian technologies", 806 (in Ukrainian)
23. Poloviyi, V. M. (2007) Optymizatsiia system udobrennia u suchasnomu zemlerobstvi: monohrafiia. [Optimization of fertilization systems in modern agriculture: monograph]. *Volyn amulets*, 320 (in Ukrainian)
24. Pysarenko, P. V. (2007) Ekonomichna efektyvnist vyroshchuvannia kukurudzy na zerno v umovakh pivdnia Ukrainy. [Economic efficiency of growing corn for grain in the conditions of southern Ukraine]. *Irrigated agriculture*, 48, 237–240 (in Ukrainian)

25. Rohach, S. M., Sulima, N. M., Hutsul, T. A. & Yarema, L. V. (2018) *Ekonomika silskoho hospodarstva: Navchalnyi posibnyk*. [Agricultural Economics: Study Guide]. Kyiv: CPU "Comprint", 517 (in Ukrainian).
26. Roslynyntstvo Ukrainy. [Plant growing Ukrainians]. State Statistics Service of Ukraine]. Access mode: https://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2022/zb/05/zb_rosl_2021.pdf
27. Shpaar, D., Hinapp, K. & Kalenska, S. (2009) Kukurudza. [Corn]. Alpha Stevia LTD, 396 (in Ukrainian).
28. Shynkaruk, L. (2021) Vplyv makro- i mikro-dobryv na vrozhaunist kukurudzy. Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrar-noho universytetu. Seriya: ahronomiia. [Effect of macro- and microfertilizers on corn yield. Bulletin of the Lviv National Agrar-ian University. Series: agronomy], 25, 162–166. doi: 10.31734/agronomy2021.01.162
29. Vozhehova, R. A., Vlashchuk, A. M. & Drobit, O. S. (2018) Produktivnist i ekonomichna efektyvnist vyroshchuvannya hibrydiv kukurudzy riznykh hrup styhlosti. [Productivity and economic efficiency of growing corn hybrids of different maturity groups]. Herald of Agrarian Science. Kyiv, 7, 18–26 (in Ukrainian)
30. Zovnishnia torhivlia. [Foreign trade]. State Statistics Service of Ukraine. Access mode: https://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2022/zd/e_iovt/arh_iovt2022.htm

Naumov Ye. O. PhD student, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Technical and economic assessment of the corn fertilizing methods in the conditions of Northeastern Ukraine

Among the grain crops of modern agricultural production of Ukraine, corn is a key one. Due to its universal purpose, such as use for food purposes, for farm animals feeding and technical processing, it takes the second place after wheat in the volume of cultivated areas and the first place in terms of production and productivity.

Among the existing technological measures for growing agricultural crops in general, and corn in particular, the most effective are mineral fertilizers, primarily nitrogen.

However, in the structure of costs for cultivation, mineral fertilizers occupy the largest share, and at the same time, their production is the most energy-intensive and requires large energy costs. In this regard, the search for the most optimal method of corn fertilizing in the context of high economic and energy efficiency is an urgent issue.

The purpose and task of the research is to conduct an energy and economic assessment of the methods of corn fertilizing in the conditions of the north-east of Ukraine and to identify the most competitive variants of the experiment.

The main method of research is a field method. The establishment and conducting of the experiment took place in the fields of the Pysariv branch of the Sumy regional management of the ALLC "Druzhba-Nova" Ltd of the Sumy region. The scheme of the experiment provided for the study of the effect of applying different rates and forms of nitrogen fertilizers on the yield of corn grain.

Among the options for fertilizing the mid-early hybrid of corn DKS 3730, the application of 150 kg/ha d.r. of nitrogen on a phosphoric-potassium background (P60K60) turned out to be the best. At the same time, the level of profitability was 61.3%, and the value of conditional net profit was UAH 15,510/ha. The highest value of the energy efficiency indicator – 6.47 – was also noted on the specified version of the experiment.

It was established that the complex coefficient of competitiveness was the highest in the variant where corn was fertilized with nitrogen in the norm 150 kg/ha d.r. in the form of anhydrous ammonia on a phosphorus-potassium background – 1.10. This indicates the superiority of the specified method of corn fertilization over the control variant according to the set of indicators of energy and economic evaluation. Variants with the introduction of carbamide and carbamide-ammonia mixture UAN-32, according to the set of economic and energy evaluation indicators, turned out to be less effective compared to anhydrous ammonia.

Key words: corn, fertilizing, nitrogen fertilizers, productivity, carbamide, carbamide-ammonia mixture KAS, anhydrous ammonia, economic efficiency, energy efficiency, competitiveness.