

## ФОРМУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СТРУКТУРИ ВРОЖАЮ ГІБРИДАМИ КУКУРУДЗИ НА СИЛОС ПІД ВПЛИВОМ МАКРО І МІКРОДОБРИВ

ПАВЛІЧЕНКО К.В. – здобувач ступеня доктора філософії  
[orcid.org/0000-0002-5469-9684](https://orcid.org/0000-0002-5469-9684)  
Білоцерківський національний аграрний університет

**Постановка проблеми.** В Україні за посівні площі під кукурудзою на зерно у 2019 р. склали 4,97 млн. га у 2020 р. – 5,38 млн. га у 2021 р. – 5,34 млн. га а кукурудзи на силос – 230,4, 217,6 і 210,5 тис. га з урожайністю зеленої маси 23,7, 24,3 і 25,4 т/га. При цьому потенціал урожайності зеленої маси кукурудзи становить 70,0–90,0 т/га [1]. Зниження валового збору кукурудзи на силос та щорічне коливання його обсягу викликано, перш за все, нестабільністю кон'юнктури ринку, що призводить до нестабільності розмірів посівних площ [2]. На даний час в Україні дуже важко знайти інформацію про посівні площі, урожайність та валові збори кукурудзи для виробництва біогазу або біоетанолу.

На теперішній час в умовах постійного зростання цін на енергоресурси та мінеральні добрива постає питання у пошуку технологічних рішень при вирощуванні кукурудзи на силос, які б забезпечували високу ефективність, підвищували продуктивність посівів та можливість її використання в біоенергетичних цілях.

Тому поліпшення існуючих технологій вирощування кукурудзи на силос, як біоенергетичної культури, за рахунок підбору сучасних «енергетичних» гібридів, оптимізація живлення рослин макро- та мікроелементами, проведення обробки насіння і позакоренових підживлень мікроелементами забезпечить підвищення урожайності зеленої маси та виходу біогазу і метану з одиниці площі.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Одним із пріоритетних напрямків заощадження виробничих та енергетичних витрат є обґрунтований підхід щодо вирощування сільськогосподарських культур і забезпечення мінеральним живленням впродовж всього періоду вегетації. Урожайність кукурудзи в значній мірі залежить від забезпечення збалансованого за макро- і мікроелементами живлення під час росту і розвитку рослин. У зв'язку з високою вартістю мінеральних добрив виникає потреба знаходити альтернативні джерела для підвищення продуктивності сільськогосподарських культур, зокрема кукурудзи при вирощуванні на силос [3].

Внесення мінеральних добрив дає можливість скоротити на 20–36 % витрати води на утворення сухої речовини рослин, адже на побудову органічних речовин рослини використовують близько 0,2 % поглинутої води, а 99 % вологи випаровується [4].

За результатами досліджень проведених в Правобережному Лісостепу, на варіантах без внесення добрив, збір сухої речовини кукурудзи гібриду Моніка 350 МВ становив 9,3 т/га. Застосування добрив, залежно від варіанту досліду, підвищувало збір сухої речовини на 42,9–82,7%, порівняно з неудобрененими ділянками [5].

Рівень мінерального живлення впливає на покращення структурних показників врожаю зеленої маси кукурудзи. Внесення дози добрив  $N_{100}P_{80}K_{80}$  забезпечило підвищення маси рослин на 38,2% порівняно з неудобrenним варіантом [6]. Внесення мінеральних добрив позитивно впливало на підвищення частки листків, качанів та волотей як за одновидової так і сумісної сівби сорго цукрового і кукурудзи [7].

Кукурудза позитивно реагує на прикореневе підживлення азотними та азотно-фосфорними добривами у ранні фази росту та розвитку. Так, під впливом позакоренового підживлення рослин кукурудзи сечовиною у фазу молочної стиглості зерна вміст білка порівняно з контролем зріс на 25 %, а у вегетативних органах – на 33–48 % [8].

Мікродобрива є важливим резервом підвищення урожайності зернових культур та якості врожаю. Дефіцит їх часто стримує ріст і розвиток рослин та урожайність, призводить до зниження якості сільськогосподарської продукції. Основним джерелом мікроелементів для рослин є ґрунт. Проте не всі ґрунти можуть повністю задовольнити потребу рослин у них. Доведено, що кислі ґрунти сприяють підвищенню доступності для рослин усіх мікроелементів, за винятком молібдену, і навпаки – з нейтральних і слабо лужних ґрунтів засвоєність молібдену зростає, а всіх інших мікроелементів зменшується [9].

За рахунок макро- та мікроелементів, які входять до складу хелатного добрива, подовжується тривалість життя листків рослин кукурудзи протягом репродуктивного періоду розвитку і, тим самим, подовжується активність фотосинтетичного апарату протягом періоду вегетації. Це сприяє підтриманню асимілянтів у рослині на достатньо високому рівні, що призводить до синхронізації цвітіння качана та волоті, від яких залежить озерненість качанів та зернова продуктивність рослин кукурудзи. Дослідженнями вчених доведено, що регулятори росту рослин часто бувають більш ефективними у роки з несприятливими погодними умовами [10].

Найкращим строком проведення позакоренового підживлення макро- та мікроелементами є міжфазний період від закладання 4–7 листків до початку формування стебла кукурудзи. Невелика кількість добрив, що використовуються для позакоренового підживлення, збільшує урожайність на 8–10% і суттєво підвищує окупність мінеральних добрив [11].

На фоні високих доз мінеральних добрив, при їх тривалому застосуванні на різних ґрунтах, починається відчуватися дефіцит мікроелементів. Особливо часто така ситуація складається на бідних елементами жив-

лення піщаних і супіщаних ґрунтах, на зрошуваних землях, на осушених торфовищах. За таких умов рослини позитивно реагують на мікродобрива [12].

Використання мікроелементів у практиці сільського господарства повинно проводитися з врахуванням наявності в ґрунті доступних форм мікроелементів, фізіологічних особливостей рослин та розраховуватися на запланований урожай. В деяких випадках при незначних середніх урожаєх культур мікроелементи дають невеликий приріст, проте для одержання високих врожаїв, особливо в умовах зрошення, потрібно повністю покривати потребу рослин в мікроелементах [13].

**Метою дослідження** було визначення впливу макро і мікродобрив на формування елементів структури врожаю гібридів кукурудзи за вирощування на силос.

**Матеріали та методика досліджень.** Дослідження проводилися в 2019–2021 рр. в СТОВ «Птахоплемзавод Коробівський» Андрушівського району Житомирської області. Повторність досліду чотирьохразова. Ґрунт – чорнозем опідзолений середньосуглинистий. Розміщення варіантів – систематичне. Площа облікової ділянки – 184 м<sup>2</sup>. Попередник – ячмінь озимий.

Дослідження проводилися за наступною схемою: Фактор А. Гібриди кукурудзи. 1. Амарос (ФАО 230); 2. Богатир (ФАО 290); 3. КВС 381 (ФАО 350); 4. Каріфолс (ФАО 380). Фактор В. Дози добрив, кг/га д.р. 1. Без добрив (контроль); 2. N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>; 3. N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>. Фактор С. Мікродобрива. 1. Без застосування (контроль); 2. Обробка насіння YaraVita Teprosyn NP+Zn (5 л/т)+обприскування кукурудзи у фазі 3–5 листків YaraVita Maize Boost (4 л/га); 3. Обробка насіння YaraTera Tenso Cocktail

(0,15 кг/т)+обприскування кукурудзи у фазі 3–5 листків YaraVita Kombiphos (3 л/га).

Агротехніка вирощування кукурудзи на силос була загальноприйнятою для умов Правобережного Лісостепу України, крім факторів, що вивчалися. Сівбу гібридів кукурудзи проводили у 3-й декаді квітня за температури ґрунту на глибині загорання насіння 8–10°C. Основну частину мінеральних добрив (нітроамофоска) вносили восени поділячно, решту азотних (аміачна селітра) – перед сівбою. Добрива Yara застосовували шляхом обробки насіння перед сівбою та у позакореневі підживлення у фазі 3–5 листків кукурудзи.

Відбір зразків для визначення структурних елементів врожаю гібридів кукурудзи проводили у фазу воскової стиглості зерна у 2-х кратній повторності. Вміст сухої речовини визначали шляхом відбирання рослин масою до 1 кг, після чого їх ретельно подрібнювали і з цього зразка відбирали 2 наважки по 10 г кожна, які висушували до абсолютно сухої маси в сушильній шафі за температури +105°C протягом 4–6 годин. Обліки та спостереження здійснювались відповідно загальноприйнятих методик [14–15].

**Результати досліджень.** За результатами наших спостережень встановлено, що частка органів рослин кукурудзи у структурі врожаю залежала від гібриду, фази росту і розвитку і застосування макро і мікродобрив (табл. 1 і 2).

В середньому за роки досліджень маса зерна становила у середньоранніх гібридів Амарос і Богатир 412,8–568,1 г, а у середньостиглих гібридів КВС 381 і Каріфолс – 448,8–577,4 г. Залежно від гібриду, при

Таблиця 1

**Структура врожаю середньоранніх гібридів кукурудзи залежно від застосування макро і мікродобрив у фазу воскової стиглості зерна (середнє за 2019–2021 рр.), г**

Гібрид (фактор А)	Дози добрив (фактор В)	Мікродобрива (фактор С)*	Стебло	Листя	Обгортки і стрижень качана	Зерно	Ціла рослина
Амарос	Без добрив	1	161,0	151,4	140,2	412,8	865,4
		2	163,3	151,1	141,5	417,4	873,2
		3	162,2	152,5	142,0	419,9	876,7
	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	182,4	170,6	159,7	473,3	986,1
		2	183,7	170,7	162,7	481,2	998,4
		3	186,2	172,1	163,1	485,1	1006,5
	N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	1	206,7	192,1	180,9	543,7	1123,4
		2	210,1	193,0	183,8	554,9	1141,8
		3	212,0	192,5	184,5	557,0	1146,0
Богатир	Без добрив	1	168,8	159,8	149,8	424,3	902,7
		2	170,0	161,8	150,8	431,5	914,2
		3	170,9	158,9	154,3	434,5	918,7
	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	191,9	180,5	170,2	489,0	1031,6
		2	194,8	183,2	173,8	501,3	1053,1
		3	195,0	185,5	174,9	504,6	1060,0
	N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	1	213,2	198,2	189,0	552,0	1152,4
		2	215,6	198,1	189,9	561,6	1165,2
		3	213,6	198,4	193,7	568,1	1173,8
NIP <sub>05</sub> для А – 2,8, В – 3,6, С – 2,6, АВ – 4,2, АС – 3,2, ВС – 4,0, АВС – 4,5							

\*Примітка 1. Без застосування (контроль); 2. Обробка насіння YaraVita Teprosyn NP+Zn (5 л/т)+ обприскування кукурудзи у фазі 3–5 листків YaraVita Maize Boost (4 л/га); 3. Обробка насіння YaraTera Tenso Cocktail (0,15 кг/т)+обприскування кукурудзи у фазі 3–5 листків YaraVita Kombiphos (3 л/га)

Структура врожаю середньостиглих гібридів кукурудзи залежно від застосування макро і мікродобрив у фазу воскової стиглості зерна (середнє за 2019–2021 рр.), г

Гібрид (фактор А)	Дози добрив (фактор В)	Мікродобрива (фактор С)*	Стебло	Листя	Обгортки і стрижень качана	Зерно	Ціла рослина
КВС 381	Без добрив	1	186,3	175,6	164,9	448,8	975,6
		2	187,8	175,9	167,0	457,5	988,2
		3	189,5	173,7	167,7	461,4	992,3
	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	209,7	195,3	185,4	513,2	1103,6
		2	211,3	194,5	190,1	522,1	1118,0
		3	213,8	196,9	189,0	525,4	1125,0
	N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	1	233,5	216,3	205,3	576,4	1231,6
		2	233,4	217,3	206,1	584,8	1241,7
		3	236,2	214,9	208,7	589,8	1249,5
Каріфолс	Без добрив	1	194,5	183,5	170,6	443,5	992,1
		2	195,8	185,8	171,7	450,9	1004,2
		3	197,9	184,7	172,6	454,3	1009,5
	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	218,5	206,2	190,5	505,3	1120,4
		2	220,8	207,2	191,3	512,8	1132,1
		3	219,8	211,8	194,6	518,5	1144,6
	N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	1	241,0	226,1	211,2	564,0	1242,3
		2	242,0	229,5	210,7	571,8	1254,0
		3	243,3	229,5	210,6	577,4	1260,8
НІР <sub>05</sub> для А – 2,8, В – 3,6, С – 2,6, АВ – 4,2, АС – 3,2, ВС – 4,0, АВС – 4,5							

\*Примітка 1. Без застосування (контроль); 2. Обробка насіння YaraVita Teprosyn NP+Zn (5 л/т)+ обприскування кукурудзи у фазі 3–5 листків YaraVita Maize Boost (4 л/га); 3. Обробка насіння YaraTera Tenso Cocktail (0,15 кг/т)+обприскування кукурудзи у фазі 3–5 листків YaraVita Kombiphos (3 л/га)

застосуванні макро- і мікродобрив (N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> і N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>) маса зерна зростала на 13,7–32,9%, а від застосування мікродобрив на 0,8–3,2%, порівняно з варіантами без їх внесення. Збільшення маси всієї рослини становило відповідно 12,7–30,8% і 0,7–2,8%

Найвищі показники елементів структури врожаю та маси рослини відмічені у гібрида Каріфолс на варіанті із внесенням N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> і обробкою насіння YaraTera Tenso Cocktail (0,15 кг/т)+обприскування кукурудзи у фазі 3–5 листків YaraVita Kombiphos (3 л/га). Слід відмітити несуттєву різницю за досліджуваними показниками між варіантами із застосуванням мікродобрив: обробка насіння YaraVita Teprosyn NP+Zn (5 л/т)+обприскування кукурудзи у фазі 3–5 листків YaraVita Maize Boost (4 л/га) і обробкою насіння YaraTera Tenso Cocktail (0,15 кг/т)+обприскування кукурудзи у фазі 3–5 листків YaraVita Kombiphos (3 л/га). В багатьох випадках вона була в межах похибки досліду (НІР<sub>05</sub>=2,6).

Формування урожайності зеленої маси кукурудзи в значній мірі залежить від висоти рослин і частки листя, стебла та качанів у структурі урожаю. Частка листя і стебла у загальній структурі урожаю збільшується під час проходження фаз листоутворення у період вегетації. Із появою качанів під час росту і розвитку кукурудзи його відсоток збільшується у загальній масі рослини [3].

За даними отриманими в Правобережному Лісостепу у фазу молочної стиглості зерна середньостиглого гібриду Моніка 350 МВ масова частка листя в структурі врожаю кукурудзи становить 15,7–17,3%, у фазу молочно-воскової стиглості зерна – 15,2–16,5%, у фазу воскової стиглості зерна – 13,6–14,8%. Частка стебла

у фазу молочної стиглості зерна коливається в межах 48,0–49,4 %, у молочно-восковій стиглості зерна – 47,3–48,6 %, у воскової стиглості зерна – 43,4–44,5 %. У фазу молочно-воскової стиглості зерна відмічено максимальні показники індивідуальної продуктивності рослини. Застосування добрив підвищувало масу рослин кукурудзи на 9,8–22,1% порівняно з неудобреним варіантом [6].

Застосування досліджуваних макро і мікродобрив по-різному впливали на частку окремих органів рослин в індивідуальній продуктивності кукурудзи на силос. Так, частка обгорток і стрижня качана складала у гібридів обох груп стиглості 16,2–17,1 % (табл. 3 і 4).

Застосування добрив не впливало на зміну цього показника. Частка листя і стебел становить у середньоранніх гібридів 16,9–17,7% та 18,2–18,7%, а у середньостиглих – 17,2–18,5% та 18,8–19,6%. Відмічено зменшення частки цих органів у загальній масі рослини під впливом макро- і мікродобрив на 0,3–0,8%, а від застосування мікродобрив на 0,1–0,3%.

З появою качанів їх частка у структурі рослини зростає так само як і частка зерна від молочної до воскової фази. Використання макро- і мікродобрив разом із передпосівною обробкою насіння та позакореневим підживленням мікроелементами позитивно впливало на частку зерна. Так, на варіанті без застосування макро- і мікродобрив частка зерна становила у гібридів Амарос, Богатир, КВС 381 і Каріфолс – 47,7–47,9, 47,0–47,3, 46,0–46,5 і 44,7–45,0%. При внесенні N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> частка зерна збільшувалася, в середньому по гібридах, на 0,3–0,6%, а від N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> – 0,6–1,2%.

Таблиця 3

Вміст стебла, листя, зерна, обгорток і стрижнів качана у середньоранніх гібридів кукурудзи залежно від застосування макро і мікродобрих у фазу воскової стиглості зерна (середнє за 2019–2021 рр.), % на суху речовину

Гібрид	Дози добрив	Мікродобрива	Стебло	Листя	Обгортки і стрижень качана	Зерно
Амарос	Без добрив	1	18,6	17,5	16,2	47,7
		2	18,7	17,3	16,2	47,8
		3	18,5	17,4	16,2	47,9
	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	18,5	17,3	16,2	48,0
		2	18,4	17,1	16,3	48,2
		3	18,5	17,1	16,2	48,2
	N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	1	18,4	17,1	16,1	48,4
		2	18,4	16,9	16,1	48,6
		3	18,5	16,8	16,1	48,6
Богатир	Без добрив	1	18,7	17,7	16,6	47,0
		2	18,6	17,7	16,5	47,2
		3	18,6	17,3	16,8	47,3
	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	18,6	17,5	16,5	47,4
		2	18,5	17,4	16,5	47,6
		3	18,4	17,5	16,5	47,6
	N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	1	18,5	17,2	16,4	47,9
		2	18,5	17,0	16,3	48,2
		3	18,2	16,9	16,5	48,4

Таблиця 4

Вміст стебла, листя, зерна та обгорток і стрижнів качана у середньостиглих гібридів кукурудзи залежно від застосування макро і мікродобрих у фазу воскової стиглості зерна (середнє за 2019–2021 рр.), % на суху речовину

Гібрид	Дози добрив	Мікродобрива*	Стебло	Листя	Обгортки і стрижень качана	Зерно
КВС 381	Без добрив	1	19,1	18,0	16,9	46,0
		2	19,0	17,8	16,9	46,3
		3	19,1	17,5	16,9	46,5
	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	19,0	17,7	16,8	46,5
		2	18,9	17,4	17,0	46,7
		3	19,0	17,5	16,8	46,7
	N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	1	19,0	17,6	16,7	46,9
		2	18,8	17,5	16,6	47,1
		3	18,9	17,2	16,7	47,2
Каріфолс	Без добрив	1	19,6	18,5	17,2	44,7
		2	19,5	18,5	17,1	44,9
		3	19,6	18,3	17,1	45,0
	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	19,5	18,4	17,0	45,1
		2	19,5	18,3	16,9	45,3
		3	19,2	18,5	17,0	45,3
	N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	1	19,4	18,2	17,0	45,4
		2	19,3	18,3	16,8	45,6
		3	19,3	18,2	16,7	45,8

Найбільшу частку зерна, в залежності від застосування мікродобрих, відмічено на варіантах з внесенням N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> яка становила у гібрида Амарос – 48,4–48,6%, Богатир – 47,6–48,2%, КВС 381 – 46,9–47,2% і Каріфолс – 45,4–45,8%. Від застосування мікродобрих частка зерна

зростала на 0,1–0,3% порівняно з варіантами без їх внесення.

Одним із показників, який характеризує діяльність фотосинтетичного апарату є процес накопичення сухої речовини в надземних та підземних частинах рослини

на одиницю площі поверхні ґрунту [16]. Вміст сухої речовини в стеблах збільшується до початкових фаз дозрівання зерна, а в качанах – до повного дозрівання зерна. Вміст сухої речовини у цілій рослині накопичується поступово зі збільшенням фази росту і розвитку. Найбільший добовий приріст сухих речовин відбувається у фазу кінець цвітіння – молочно-воскова стиглість зерна. Тільки в фазу молочної і воскової стиглості накопичується до 85 % сухої маси зерна. Максимальний вміст сухої речовини в рослині – 30–35 %, а найбільша урожайність зерна досягається при вмісті у ньому 60–64 % сухих речовин [1].

Найвищий вміст сухої речовини відмічено у зерні, який становив у середньоранніх гібридів – 59,6–63,4%, а у середньостиглих – 61,0–62,1% (табл. 5 і 6).

У листках і обгортках качана він складав 34,8–36,8 і 35,0–37,1% та 31,0–33,6 і 32,0–34,2% відповідно. Найменші значення цього показника були в стеблі кукурудзи – 22,9–25,3%. Це співпадає з даними отриманими Н.Ф. Надточаєвим та ін. [17], які відмічають, що найбільша кількість сухої речовини накопичується у качанах порівняно з іншими частинами рослини яка до моменту наливу та дозрівання зерна поступово збільшується. Менше всього її міститься в листостебловій масі, що також пов'язано з провідником вологи – стеблом. Тому в зерні кукурудзи міститься, у підсумку, в 1,9–2 рази більше сухої речовини, ніж у листостебловій масі.

Під впливом макро добрив вміст сухої речовини в окремих органах так і в рослинах в цілому зменшувалася на 0,3–0,9% на варіантах з  $N_{90}P_{60}K_{60}$  та на 1,0–1,3% з  $N_{120}P_{90}K_{90}$  порівняно з контролем. Застосування мікродобрив не мало впливу на вміст сухої речовини, відмічено лише тенденцію до зростання цього показника на варіантах із обробкою насіння YaraTera Tenso Cocktail

(0,15 кг/т) і обприскуванням кукурудзи у фазі 3–5 листків YaraVita KombiPhos (3 л/га).

Спостерігались індивідуальні особливості накопичення сухої речовини залежно від гібридного складу. Так, у середньоранніх гібридів Амарос і Богатир, в середньому, вміст сухої речовини у зерні становив 61%, листках – 35,5%, стеблі – 23,7%, обгортках та стрижнях качана – 32,6%, а у середньостиглих гібридів КВС 381 і Каріфолс – 61,6, 36,2, 23,6 і 33,1%. При цьому суттєвої різниці між двома групами гібридів різної стиглості за вмістом сухої речовини у всій рослині не відмічено. В середньому по досліді, максимальним вмістом сухої речовини відзначався гібрид Богатир – 39,2%, а у гібридів Амарос, КВС 381 і Каріфолс цей показник складав – 37,1, 38,8 і 38,4%.

Нами виявлено високий кореляційний зв'язок між вмістом сухої речовини у цілій рослині та у зерні ( $r=0,94$ ), обгортках і стрижнях качана ( $r=0,91$ ), стеблі ( $r=0,88$ ) і листі ( $r=0,87$ ). Вміст сухої речовини в листках середньо пов'язаний зі стеблом ( $r=0,70$ ) та тісно пов'язаний з зерном ( $r=0,82$ ). У стеблі виявлено високі зв'язки з вмістом сухої речовини в зерні ( $r=0,88$ ). Ці дані співпадають з результатами отриманими Сатановською І.П. [18], згідно яких, у фазу воскової стиглості зерна, вміст сухої речовини в листі середньо пов'язаний зі стеблом ( $r=0,670$ ) та тісно пов'язаний порівняно з рослиною ( $r=0,761$ ). У стеблі в порівнянні з рослиною виявлені зв'язки середньої тісноти ( $r=0,642$ ). Проте в качанах вміст сухої речовини сильно пов'язаний із його вмістом у цілій рослині ( $r=0,760$ ).

**Висновки.** Внесення макро добрив та використання на різних етапах органогенезу мікродобрив позитивно впливало на ріст і розвиток рослин середньоранніх і середньостиглих гібридів кукурудзи. Застосування  $N_{90}P_{60}K_{60}$  і  $N_{120}P_{90}K_{90}$  забезпечує збільшення маси всієї

Таблиця 5

**Вміст сухої речовини в окремих частинах та у рослинах середньоранніх гібридів кукурудзи залежно від застосування макро і мікродобрив у фазу воскової стиглості зерна (середнє за 2019–2021 рр.), %**

Гібрид	Дози добрив	Мікродобрива*	Стебло	Листя	Обгортки і стрижень качана	Зерно	У рослині
Амарос	Без добрив	1	23,4	35,4	31,8	59,7	37,6
		2	23,2	35,6	32,0	59,6	37,6
		3	23,5	35,2	32,2	59,9	37,7
	$N_{90}P_{60}K_{60}$	1	22,8	34,8	31,4	59,4	37,1
		2	22,7	35,0	31,6	59,2	37,1
		3	23,0	35,0	31,5	59,4	37,2
	$N_{120}P_{90}K_{90}$	1	22,4	34,4	31,0	58,9	36,7
		2	22,1	34,2	31,1	58,6	36,5
		3	22,3	34,5	31,0	59,0	36,7
Богатир	Без добрив	1	25,1	36,6	34,0	63,1	39,7
		2	25,3	36,8	34,3	63,0	39,9
		3	25,0	36,4	34,0	63,4	39,7
	$N_{90}P_{60}K_{60}$	1	24,6	36,1	33,5	62,5	39,2
		2	24,3	36,0	33,6	62,8	39,2
		3	24,6	36,3	33,6	62,7	39,3
	$N_{120}P_{90}K_{90}$	1	24,0	35,7	33,0	62,1	38,7
		2	23,8	35,7	33,4	62,0	38,7
		3	24,0	36,0	33,1	62,0	38,8

Вміст сухої речовини в окремих частинах та у рослинах середньостиглих гібридів кукурудзи залежно від застосування макро і мікродобрив у фазу воскової стиглості зерна (середнє за 2019–2021 рр.), %

Гібрид	Дози добрив	Мікродобрива*	Стебло	Листя	Обгортки і стрижень качана	Зерно	У рослині
КВС 381	Без добрив	1	24,0	37,0	33,9	62,0	39,2
		2	24,3	37,1	34,2	62,1	39,4
		3	24,0	37,0	34,2	62,1	39,3
	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	23,5	36,5	33,5	61,7	38,8
		2	23,7	36,4	33,6	61,5	38,8
		3	23,5	36,8	33,5	61,7	38,9
	N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	1	23,0	36,0	33,0	61,0	38,3
		2	22,9	36,3	32,9	61,0	38,3
		3	23,3	36,0	32,8	61,5	38,4
Каріфолс	Без добрив	1	24,1	36,5	32,9	61,6	38,8
		2	24,4	36,2	33,3	61,9	39,0
		3	24,0	36,5	33,0	62,0	38,9
	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	1	23,5	35,7	32,5	61,4	38,3
		2	23,6	35,8	32,5	61,8	38,4
		3	23,6	36,0	32,8	61,5	38,5
	N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	1	22,9	35,1	32,0	61,0	37,8
		2	23,0	35,0	32,3	61,0	37,8
		3	23,0	35,4	32,4	61,1	38,0

рослини на 12,7–30,8%, а мікродобрив на 0,7–2,8%, порівняно з варіантами без їх внесення. Під впливом макродобрив частка листя і стебел у загальній масі рослини зменшується на 0,3–0,8%, а від застосування мікродобрив на 0,1–0,3%. При внесенні N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> і N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> частка зерна, в загальній структурі рослин, зростає на 0,3–1,2%, а від застосування мікродобрив на 0,1–0,3%, порівняно з варіантами без їх внесення. Використання макродобрив впливає на зменшення вмісту сухої речовини на 0,3–1,3% порівняно з контролем а застосування мікродобрив не мало достовірного впливу на вміст сухої речовини в окремих органах та в цілому в рослинах кукурудзи. Виявлено високий кореляційний зв'язок між вмістом сухої речовини у цілій рослині та у зерні (r=0,94), обгортках і стрижнях качана (r=0,91), стеблі (r=0,88) і листі (r=0,87).

Відмічено підвищення індивідуальної продуктивності рослин кукурудзи на варіантах із внесенням N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> та обробкою насіння YaraTera Tenso Cocktail (0,15 кг/т) і обприскуванням кукурудзи у фазі 3–5 листків YaraVita Kombiphos (3 л/га), що має позитивний вплив на зростання врожайності зеленої і сухої маси досліджуваних гібридів.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Шпаар Дитер. Кукуруза. Выращивание, уборка, хранение и использование. Киев, Издательский дом "Зерно", 2012. 464 с.
2. Грабовський М.Б. Агротехнологічне обґрунтування вирощування кукурудзи та сорго цукрового для виробництва біогазу. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора с.-г. наук. ДУ Інститут зернових культур НААН України, Дніпро, 2020. 425 с.
3. Сатановська І. П. Вплив обробки насіння та позакоренових підживлень на біометричні показники

рослин кукурудзи. *Корми і кормовиробництво*. 2013. Вип. 75. С. 62–67.

4. Господаренко Г. М. Агрохімія мінеральних добрив. Київ, Науковий світ, 2003. 136 с.
5. Грабовський М. Б. Ефективність застосування мінеральних добрив у одновидових та сумісних посівах сорго цукрового та кукурудзи. *Техніка і технології АПК*. 2018. № 8–9 (107). С. 21–24.
6. Грабовський М.Б., Грабовська Т.О., Городецький О.С., Курило В.Л. Формування продуктивності кукурудзи на силос залежно від фону мінерального живлення. *Зрошуваче землеробство*. Херсон, 2019. Вип. 71. С. 37–40.
7. Грабовський М. Б., Федорук Ю. В., Правдива Л. А., Грабовська Т.О. Вплив рівня мінерального живлення на ріст, розвиток та водоспоживання рослин сорго цукрового та кукурудзи в одновидових та сумісних посівах. *Таврійський науковий вісник*. 2018. Вип. 103. С. 27–35.
8. Мокрієнко В. А. Мінеральне живлення кукурудзи. *Агроном*. 2009. № 2. С. 102–104.
9. Марчук І.У., Макаренко В.М., Розстальний В.Є., Савчук А.В. Добрива та їх використання. Київ, 2002. 256 с.
10. Уманець Н. О., Гуляєв Б. І. Фізіологічні особливості та стійкість генотипів кукурудзи до дії стресових чинників. *Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть: Збірник наукових праць ІФРГ НАН України*. 2001. Т.1. С. 340–355.
11. Щокін В. Система комплексного удобрення. *Агрохімія*. 2002. № 9. С. 14–16.
12. Сичук Л. Виробництво біопалива: вплив мінеральних добрив та ширини міжрядь на продуктивність цукрового сорго. *Цукрові буряки*. 2012. № 4. С. 15–16.
13. Гаврилук В.М. Кукурудза в вашому господарстві. Київ, 2001. 232 с.

14. Лебідь Є. М., Циков В. С., Пащенко Ю. М. Методика проведення польових дослідів з кукурудзою: методичні рекомендації. Дніпропетровськ. 2008. 27 с.
  15. Основи наукових досліджень в агрономії: Підручник. За ред. В. О. Єщенка. Вінниця: ПП «Едельвейс І К», 2014. 332 с.
  16. Ничипорович А. А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. Москва, Издание АН СССР, 1961. 136 с.
  17. Надточаев Н. Ф., Володькин Д. Н., Абраскова С. В. Содержание и выход сухого вещества в зависимости от сроков сева и густоты стояния разноспелых гибридов кукурузы. *Кукуруза и сорго*. 2012. № 3. С. 28–33.
  18. Сатановська І. П. Накопичення сухої речовини середньостиглого гібрида кукурудзи Моніка 350 МВ залежно від впливу метеорологічних факторів. Матеріали VII Міжнародної конференції: *Кормовиробництво в умовах глобальних економічних відносин та прогнозованих змін клімату*. Вінниця, 24–25 вересня 2013 р. С. 52–53.
- REFERENCES:**
1. Shpaar Diter (2012). *Kukuruz. Vyrashhivanie, uborka, hranenie i ispol'zovanie [Corn. Cultivation, cleaning, storage and use]*. Kiev : Publishing house "Grain", 464 [in Russian].
  2. Grabovskiy M.B. (2020). *Agrotehnologichne obg'runtuvannja vyroshhuvannja kukurudzy ta sorgo cukrovogo dlja vyrobnyctva biogazu [Agrotechnological substantiation of corn and sugar sorghum cultivation for biogas production]*. Dysertacija na zdobuttja naukovoogo stupenja doktora s.-g. nauk – The dissertation on competition of a scientific degree of the doctor of agricultural sciences Science. Institute of Grain Crops of NAAS of Ukraine. Dnipro, 425 [in Ukrainian].
  3. Satanova I.P. (2013). Vplyv obrobky nasinnja ta pozakorenevyy pidzhyvlen' na biometrychni pokaznyky roslin kukurudzy [Influence of seed treatment and foliar fertilization on biometric indicators of corn plants]. *Kormy i kormovyrobnyctvo – Feed and feed production*. 2013, 75, 62–67 [in Ukrainian].
  4. Gospodarenko G.M. (2003). *Agrohimija mineral'nyh dobryv [Agrochemistry of mineral fertilizers]*. Kyiv : Scientific World, 136 [in Ukrainian].
  5. Grabovskiy M.B. (2018). Efektyvnist' zastosuvannja mineral'nyh dobryv u odnovydovyh ta sumisnyh posivah sorgo cukrovogo ta kukurudzy. [Efficiency of mineral fertilizers application in single-species and compatible crops of sugar sorghum and corn]. *Tehnika i tehnologii' APK – Machinery and technology of agro-industrial complex*, 8–9 (107), 21–24 [in Ukrainian].
  6. Grabovskiy M.B., Grabovskaya T.O., Gorodetskyi O.S., Kurilo V.L. (2019). Formuvannja produktyvnosti kukurudzy na sylos zalezno vid fonu mineral'nogo zhyvlennja [Formation of productivity of corn for silage depending on the background of mineral nutrition]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigation agriculture*, 71, 37–40 [in Ukrainian].
  7. Grabovskiy M.B., Fedoruk Yu. V., Pravdyva L.A., Grabovskaya T.O. (2018). Vplyv rivnja mineral'nogo zhyvlennja na rist, rozvytok ta vodospozhyvannja roslin sorgo cukrovogo ta kukurudzy v odnovydovyh ta sumisnyh posivah [Influence of mineral nutrition level on growth, development and water consumption of sugar sorghum and corn plants in single and compatible crops]. *Tavriyskiy naukovyi visnyk – Taurian Scientific Bulletin*, 103, 27–35 [in Ukrainian].
  8. Mokrienko V.A. (2009). Mineral'ne zhyvlennja kukurudzy [Mineral nutrition of corn]. *Agronom – Agronomist*, 2, 102–104 [in Ukrainian].
  9. Marchuk I.U., Makarenko V.M., Rozstalny V.E., Savchuk A.V. (2002). *Dobryva ta i'h vykorystannja [Fertilizers and their use]*. Kyiv, 256 [in Ukrainian].
  10. Umanets N.O., Gulyaev B.I. (2001). Fiziologichni osoblyvosti ta stijkist' genotypiv kukurudzy do dii' stresovyh chynnykiv [Physiological features and resistance of maize genotypes to stress factors]. *Fiziologija roslin v Ukrai'ni na mezhi tysjacholit'*: Zbirnyk naukovykh prac' IFRG NAN Ukrai'ny – *Plant physiology in Ukraine at the turn of the millennium: Collection of scientific works of the Institute of Plant Protection Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine*, 1, 340–355 [in Ukrainian].
  11. Shchokin V. (2002). Sistema kompleksnogo udobrenija [Complex fertilizer system]. *Agrohimija – Agrochemistry*, 9, 14–16 [in Russian].
  12. Sychuk L. (2012). Vyrobnyctvo biopalyva: vplyv mineral'nyh dobryv ta shyryny mizhrjad' na produktyvnist' cukrovogo sorgo [Biofuel production: influence of mineral fertilizers and row spacing on sugar sorghum productivity]. *Cukrovi burjaky – Sugar beets*, 4, 15–16 [in Ukrainian].
  13. Gavrilyuk V.M. (2001). *Kukurudza v vashomu gospodarstvi [Corn on your farm]*. Kyiv, 232 [in Ukrainian].
  14. Lebid E.M., Tsykov V.S., Pashchenko Yu. M. (2008). *Metodyka provedennja pol'ovyh doslidiv z kukurudzju: metodychni rekomendacii' [Methods of conducting field experiments with corn: methodical recommendations]*. Dnipropetrovsk, 27 [in Ukrainian].
  15. Yeshchenko V.O., Kopytko P.H., Kostohryz P.V., Opryshko V.P. (2014). *Osnovy naukovykh doslidzen v ahronomii [Fundamentals of scientific research in agronomy]*. Vinnytsia: PP «TD «Edelweis I K»», 332 [in Ukrainian].
  16. Nichiporovich A. A. (1961). *Fotosinteticheskaia dejatel'nost' rastenij v posevah [Photosynthetic activity of plants in crops]*. Moscow, Edition of the Academy of Sciences of the USSR, 136 [in Russian].
  17. Nadtochaev N. F., Volodkin D. N., Abraskova S. V. (2012). Soderzhanie i vyhod suhogo veshhestva v zavisimosti ot srokov seva i gustomy stojanija raznospelyh gibridov kukurudzy [The content and yield of dry matter depending on the timing of sowing and the density of standing of heterogeneous corn hybrids]. *Kukuruz. i sorgo – Corn and sorghum*, № 3, 28–33 [in Russian].
  18. Satanova I. P. (2013). Nakopychennia sukhoi rechovyiny serednostyhloho hibryda kukurudzy Monika 350 MV zalezno vid vplyvu meteorologichnykh faktoriv [Accumulation of dry matter of medium-ripe corn hybrid Monica 350 MB depending on the influence of meteorological factors.]. *Materialy VII Mizhnarodnoi konferentsii «Kormovyrobnyctvo v umovakh hlobalnykh ekonomichnykh vidnosyn ta prohnzovanykh zmin klimatu» – Proceedings of the VII International Conference: Feed production in the context of global economic relations and projected climate change*. Vinnytsia, 52–53 [in Ukrainian].

Павліченко К.В. Формування елементів структури врожаю гібридами кукурудзи на силос під впливом макро і мікродобри

**Мета** – визначення впливу макро і мікродобри на формування елементів структури врожаю гібридами кукурудзи за вирощування на силос. **Методи.** Дослідження проводилися в 2019–2021 рр. в СТОВ «Птахоплемзавод Коробівський» Андрушівського району Житомирської області. Повторність досліду чотирьохразова. Грунт – чорнозем опідзолений середньосуглинистий. Розміщення варіантів – систематичне. Площа облікової ділянки – 184 м<sup>2</sup>. Агротехніка вирощування кукурудзи на силос була загальноприйнятою для умов Правобережного Лісостепу України, крім факторів, що вивчалися. **Результати.** Внесення макродобри та використання на різних етапах органогенезу мікродобри позитивно впливало на ріст і розвиток рослин середньоранніх і середньостиглих гібридів кукурудзи. Застосування N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> і N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> забезпечувало збільшення маси всієї рослини на 12,7–30,8%, а мікродобри на 0,7–2,8%, порівняно з варіантами без їх внесення. Під впливом макродобри частка листя і стебел у загальній масі рослини зменшується на 0,3–0,8%, а від застосування мікродобри на 0,1–0,3%. При внесенні N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> і N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> частка зерна, в загальній структурі рослин, зростає на 0,3–1,2%, а від застосування мікродобри на 0,1–0,3%, порівняно з варіантами без їх внесення. Використання макродобри впливає на зменшення вмісту сухої речовини на 0,3–1,3% порівняно з контролем а застосування мікродобри не мало достовірного впливу на вміст сухої речовини в окремих органах та в цілому в рослинах кукурудзи. **Висновки.** Виявлено високий кореляційний зв'язок між вмістом сухої речовини у цілій рослині та у зерні (r=0,94), обгортках і стрижнях качана (r=0,91), стебл (r=0,88) і листі (r=0,87). Встановлено підвищення індивідуальної продуктивності рослин кукурудзи на варіантах із внесенням N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> та обробкою насіння YaraTera Tenso Cocktail (0,15 кг/т) і обприскування кукурудзи у фазі 3–5 листків YaraVita Kombiphos (3 л/га), що має позитивний вплив на зростання врожайності зеленої і сухої маси досліджуваних гібридів.

**Ключові слова:** кукурудза, гібриди, макродобри, мікродобри, елементи структури, суха речовина.

Pavlichenko K.V. Formation of elements of crop structure by corn hybrids for silage under the influence of macro and microfertilizers

**The aim** is to determine the influence of macro and microfertilizers on the formation of crop structure elements by maize hybrids for growing on silage. **Methods.** The research was conducted in 2019–2021 at the Limited Liability Agricultural Company «Korobivsky Poultry Farm» in the Andrushivskyi district of the Zhytomyr region. The experiment was repeated four times. Soil – common (ordinary) chernozem medium loamy. Placement of options is systematic. The area of the accounting plot is 184 m<sup>2</sup>. Agricultural techniques for growing corn for silage were generally accepted for the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine, except for the factors was studied. **Results.** The application of macrofertilizers and the use of microfertilizers at different stages of organogenesis had a positive effect on the growth and development of plants of medium-early and medium-ripe hybrids of corn. The use of N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> and N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> provided an increase the weight of the whole plant by 12.7–30.8%, and microfertilizers by 0.7–2.8%, compared to the variants without their introduction. Under the influence of macrofertilizers, the share of leaves and stems in the total weight of the plant decreases by 0.3-0.8%, and from the use of microfertilizers by 0.1-0.3%. When N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> and N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> are applied, the share of grain in the total structure of plants increases by 0.3–1.2%, and from the use of microfertilizers by 0.1–0.3%, compared to the variants without their introduction. The use of macrofertilizers reduces the dry matter content by 0.3–1.3% compared to the control and the use of microfertilizers did not have a significant effect on the dry matter content in individual organs and in general in maize plants. **Conclusions.** A high correlation was found between the dry matter content of the whole plant and grain (r = 0,94), of bract plus cob and cobs (r = 0,91), stems (r = 0,88) and leaves (r = 0,87). An increase in individual productivity of maize plants was established on variants with N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> application and YaraTera Tenso Cocktail seed treatment (0.15 kg/t) and maize spraying in the phase of 3-5 leaves of YaraVita Kombiphos (3 l/ha), which has a positive effect on yield growth green and dry mass of the studied hybrids.

**Key words:** corn, hybrids, macrofertilizers, microfertilizers, structural elements, dry matter.