

## ЗАСВОЄННЯ ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ КУКУРУДЗОЮ ЗА РІЗНИХ ВИДІВ І ДОЗ ДОБРИВ

СТОЦЬКИЙ В.В. – аспірант кафедри агрохімії і ґрунтознавства

[orcid.org/0009-0006-9078-3804](https://orcid.org/0009-0006-9078-3804)

Уманський національний університет садівництва

**Постановка проблеми.** Нині кукурудза – найурожайніша зернова культура з різноманітним використанням. За даними Всесвітньої організації торгівлі, в світі на продовольчі потреби використовується близько 20 % зерна кукурудзи, на технічні потреби – 15–20 %, на корм тваринам – близько 60–65 % [1]. Кукурудза на зерно в Україні займає близько 1,2 млн га, а кукурудза на силос і зелений корм – 4,5–5,0 млн га. Значні площі під кукурудзою знаходяться в США (29 млн. га), Бразилії (12 млн. га), Індії (5,8 млн. га), Аргентині (3,5 млн. га). На значних площах вирощується в Румунії, Югославії, Італії, Угорщині, Болгарії [2]. За даними вчених [3], в зерні кукурудзи міститься близько 65–70 % вуглеводів, 9–12 % білка, а жирів на рівні 4–8 %, крім цього, в ньому також присутні мінеральні солі та вітаміни. Підраховано, що в 100 кг зерна кукурудзи міститься 134 кормові одиниці і близько 8 кг перетравного протеїну. Завдяки високому енергетичному вмісту поживних речовин, а саме: 100 кг сухого зерна забезпечує 1600 МДж метаболічної енергії.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** За останнє десятиліття в Україні посівні площі кукурудзи зросли удвічі, а врожайність цієї культури зростає втричі [4]. Високі врожаї зерна кукурудзи отримують господарства, які вирощують її за інтенсивною технологією. Збір зерна кукурудзи склав 11,16 млн. тонн з площі 1,76 млн. га (32 %) при врожайності 6,34 т/га [5]. Добрива є одним із пріоритетних факторів інтенсифікації рослинництва, оскільки мають значний вплив на продуктивність сільськогосподарських культур, у тому числі кукурудзи [6].

Питання удобрення кукурудзи детально досліджено як зарубіжними, так і вітчизняними вченими [7]. Система удобрення кукурудзи складається з трьох способів: основного, рядкового та позакореневого. За умов оптимального внесення добрив у вегетаційний період кукурудза може забезпечувати високі врожаї майже на всіх ґрунтах [8].

Вчені виділяють два важливі етапи розвитку рослин кукурудзи, так звані критичні фази щодо забезпечення їх макро- та мікроелементами, це фази 3–5 та 7–8 листків. Від запасу поживних речовин, особливо слід звернути увагу на наявність фосфору, залежить кількість качанів на рослині і зерен на них [9].

Кукурудза сильно реагує на азотні добрива. Для забезпечення високої ефективності його застосування та оптимізації дози, крім відбору проб і очікуваної врожайності, необхідно визначити кількість азоту, що міститься в ґрунті. Кількість азоту в ґрунті може бути дуже різною і лежати в межах 20–100 кг азоту залежно від попередника та системи його удобрення [10].

Найбільше на рівень урожайності кукурудзи впливає азот. Кукурудза споживає азот до фази 8 листків, поки засвоюється лише 2–3 % азоту, від фази 8 листків до фази висихання маточок на качанах 85 % від загальної кількості азоту. Кукурудза продовжує споживати решту азоту майже до досягнення качанами стиглості [11, 12].

У дослідженнях [13] застосування  $N_{128}P_{128}K_{128}$  у передпосівний обробіток підвищило врожайність кукурудзи до 9,44 т/га. Формуванню найвищої зернової продуктивності гібриду кукурудзи SY Torino сприяло поєднання мінеральних добрив як під передпосівну культивування, так і в підживлення в дозі  $N_{70}$  – 12,88 т/га. Отже, застосування добрив в агротехнології кукурудзи відіграє важливе значення. Проте представлені дослідження не враховують рівня родючості ґрунту, створеного тривалим застосуванням добрив. Крім цього, мало досліджено особливості засвоєння елементів живлення як з ґрунту, так і з добрив.

**Мета статті** – визначити засвоєння основних елементів живлення кукурудзою за різних видів і доз добрив.

**Матеріали та методика досліджень.** Експериментальну частину досліджень проведено в умовах Правобережного Лісостепу України у стаціонарному польовому досліді з географічними координатами за Гринвічем 48° 46' північної широти і 30° 14' східної довготи, закладеному в 2011 році на дослідному полі Уманського національного університету садівництва.

Рельєф дослідного поля Уманського НУС, де проводилися польові досліді, являє собою вирівняне, підвищене плато вододілу з пологими 2–3° схилами південно-східної та північно-західної експозицій. Підземні води залягають на глибині 22–24 м, тому вони не впливають на властивості і будову ґрунту. Ґрунтовий покрив дослідного поля – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі.

За даними метеостанції Умань середньорічна кількість опадів становить 633 мм, але в окремі роки бувають значні відхилення від цієї величини. Цей регіон характеризується недостатнім зволоженням. Під час вегетації спостерігаються бездощові періоди. Інколи 2–3, а в окремі періоди 3–5 років у десятиліття посушливі. Розподіл опадів за періодами вегетації та інтенсивністю також нерівномірний. У теплий період (квітень–жовтень) випадає близько 70 % річної її кількості.

Дослід одночасно розгорнутий на чотирьох полях, що дає змогу щорічно отримувати дані врожайності всіх культур сівозміни (пшениця озима, кукурудза, ячмінь ярий, соя). Повторення досліді триразове. Площа облікової ділянки 25 м<sup>2</sup>.

Схема застосування добрив під кукурудзу включала такі варіанти: без добрив (контроль),  $N_{80}$ ,  $N_{160}$ ,

$P_{60}K_{110}$ ,  $N_{160}K_{110}$ ,  $N_{160}P_{60}$ ,  $N_{80}P_{30}K_{55}$ ,  $N_{160}P_{60}K_{110}$ ,  $N_{160}P_{30}K_{55}$ ,  $N_{160}P_{60}K_{55}$ ,  $N_{160}P_{30}K_{110}$ . Відповідно до схеми досліду фосфорні та калійні добрива вносяться під зяблевий обробіток ґрунту, азотні – під передпосівну культувацію. Нетоварна частина врожаю культур сівозміни (солома, стебеління) залишається на полі на добриво. Вирощували гібрид кукурудзи ДКС 4014 (ФАО 310) (Байер).

Господарське винесення розраховували за показниками урожайності та вмісту елементів живлення в продукції. Для спрощення розрахунків балансу елементів живлення скоротили кількість статей як у частині надходження, так і їх вилучення. Так, кількість азоту, яка надходить у ґрунт з атмосфери опадами, насінням і фіксується вільноіснуючими мікроорганізмами прирівнювали

до його сумарних витрат від вимивання, ерозії і звірювання. Сумарну кількість фосфору й калію, що надходять з атмосфери та з насінням прирівняли до витрат від ерозії і вимивання. Тому, в кінцевому результаті, до прибуткової частини балансу ввійшло лише внесення елементів живлення з мінеральними добривами.

**Результати досліджень.** Застосування добрив значно збільшувало господарське винесення азоту з урожаєм кукурудзи (табл. 1). Так, господарське винесення азоту з урожаєм зерна та соломи збільшувалось від 130,8 до 211,6 кг/га або на 62 % за внесення  $N_{80}$  і до 243,6 кг/га, або 86 % за внесення подвійної дози азотних добрив. Внесення половини повного мінерального добрива ( $N_{80}P_{30}K_{55}$ ) збільшувало господарське винесення до 222,0 кг/га або на 5 % і до 268,5 кг/га за

Таблиця 1

## Господарське винесення азоту кукурудзою за різних видів і доз добрив, кг/га

Варіант	Рік проведення досліджень			Середнє за три роки
	2022	2023	2024	
Господарське винесення зерном				
Без добрив	66,8	135,9	91,3	98,0
$N_{80}$	116,8	198,5	170,8	162,0
$N_{160}$	129,1	217,8	189,5	178,8
$P_{60}K_{110}$	70,4	150,3	98,4	106,3
$N_{160}K_{110}$	131,2	214,6	189,4	178,4
$N_{160}P_{60}$	131,6	217,6	190,8	180,0
$N_{80}P_{30}K_{55}$	120,0	206,7	177,0	167,9
$N_{160}P_{60}K_{110}$	136,1	234,4	217,4	196,0
$N_{160}P_{30}K_{55}$	129,6	230,8	213,5	191,3
$N_{160}P_{60}K_{55}$	134,6	231,5	212,4	192,8
$N_{160}P_{30}K_{110}$	131,8	232,1	214,5	192,8
Господарське винесення стеблами				
Без добрив	23,4	40,6	34,3	32,8
$N_{80}$	38,4	60,5	49,9	49,6
$N_{160}$	45,0	73,4	76,1	64,8
$P_{60}K_{110}$	23,6	45,2	35,5	34,8
$N_{160}K_{110}$	45,3	75,7	76,5	65,8
$N_{160}P_{60}$	46,4	77,5	75,7	66,5
$N_{80}P_{30}K_{55}$	41,4	67,1	53,7	54,1
$N_{160}P_{60}K_{110}$	49,0	87,3	81,1	72,5
$N_{160}P_{30}K_{55}$	46,0	84,3	78,4	69,5
$N_{160}P_{60}K_{55}$	45,8	85,7	81,1	70,9
$N_{160}P_{30}K_{110}$	48,7	87,8	78,6	71,7
Господарське винесення зерном і стеблами				
Без добрив	90,2	176,5	125,6	130,8
$N_{80}$	155,2	259,0	220,7	211,6
$N_{160}$	174,2	291,2	265,6	243,6
$P_{60}K_{110}$	94,0	195,5	133,9	141,1
$N_{160}K_{110}$	176,5	290,3	265,9	244,2
$N_{160}P_{60}$	178,0	295,1	266,5	246,5
$N_{80}P_{30}K_{55}$	161,4	273,8	230,7	222,0
$N_{160}P_{60}K_{110}$	185,2	321,7	298,5	268,5
$N_{160}P_{30}K_{55}$	175,6	315,1	291,9	260,9
$N_{160}P_{60}K_{55}$	180,4	317,2	293,4	263,7
$N_{160}P_{30}K_{110}$	180,4	319,9	293,1	264,5

внесення  $N_{160}P_{60}K_{110}$  або на 10 % порівняно з азотними системами.

Парні комбінації та варіанти з неповним поверненням фосфорних і калійних добрив мало зменшували цей показник порівняно з повним мінеральним добривом. Найменше на господарське винесення азоту впливала фосфорно-калійна система – 141,1 кг/га або на 8 % порівняно з варіантом без добрив.

Господарське винесення азоту значно змінювалось від року проведення досліджень. Так, у менш сприятливому 2022 р. цей показник змінювався від 90,2 до 185,2 кг/га, в 2023 р. – від 176,5 до 321,7 кг/га, а в 2024 р. – від 125,6 до 298,5 кг/га.

Необхідно відзначити, що описана тенденція господарського винесення азоту урожаєм зерна та стебел

була подібною як у середньому, так і за роки проведення досліджень. При цьому величина господарського винесення азоту урожаєм зерна була в 2,7–3,0 рази вищою порівняно з господарським винесенням азоту стеблами.

Величина господарського винесення фосфору була значно меншою порівняно з азотом (табл. 2). При цьому він був найвищим на системах з азотною складовою. Так, господарське винесення фосфору з урожаєм зерна та соломи збільшувалось від 49,0 до 66,6 кг/га або на 36 % за внесення  $N_{80}$  і до 76,7 кг/га, або 57 % за внесення подвійної дози азотних добрив. Внесення половини повного мінерального добрива ( $N_{80}P_{30}K_{55}$ ) збільшувало господарське винесення до 71,5 кг/га або на 7 % і до 91,4 кг/га за внесення  $N_{160}P_{60}K_{110}$  або на 19 % порівняно з азотними системами.

Таблиця 2

## Господарське винесення фосфору кукурудзою за різних видів і доз добрив, кг/га

Варіант	Рік проведення досліджень			Середнє за три роки
	2022	2023	2024	
Господарське винесення зерном				
Без добрив	34,5	42,8	38,1	38,5
$N_{80}$	47,5	52,9	51,8	50,8
$N_{160}$	52,7	58,3	56,1	55,7
$P_{60}K_{110}$	37,5	51,7	44,0	44,4
$N_{160}K_{110}$	52,7	57,9	55,7	55,4
$N_{160}P_{60}$	54,0	64,0	59,9	59,3
$N_{80}P_{30}K_{55}$	49,8	56,7	54,2	53,6
$N_{160}P_{60}K_{110}$	55,5	66,6	61,9	61,3
$N_{160}P_{30}K_{55}$	52,7	63,7	60,3	58,9
$N_{160}P_{60}K_{55}$	54,9	65,7	59,4	60,0
$N_{160}P_{30}K_{110}$	52,9	64,1	59,9	59,0
Господарське винесення стеблами				
Без добрив	9,8	12,8	9,0	10,5
$N_{80}$	13,9	17,7	15,8	15,8
$N_{160}$	16,6	21,7	24,8	21,0
$P_{60}K_{110}$	12,6	19,4	15,0	15,6
$N_{160}K_{110}$	16,7	20,6	22,6	20,0
$N_{160}P_{60}$	20,2	27,6	29,9	25,9
$N_{80}P_{30}K_{55}$	15,7	20,3	17,9	18,0
$N_{160}P_{60}K_{110}$	23,3	34,6	32,4	30,1
$N_{160}P_{30}K_{55}$	21,2	30,5	28,5	26,7
$N_{160}P_{60}K_{55}$	22,9	32,1	32,4	29,2
$N_{160}P_{30}K_{110}$	20,7	30,4	30,4	27,2
Господарське винесення зерном і стеблами				
Без добрив	44,3	55,6	47,1	49,0
$N_{80}$	61,4	70,6	67,7	66,6
$N_{160}$	69,3	79,9	80,9	76,7
$P_{60}K_{110}$	50,1	71,0	59,0	60,0
$N_{160}K_{110}$	69,4	78,5	78,3	75,4
$N_{160}P_{60}$	74,2	91,5	89,8	85,2
$N_{80}P_{30}K_{55}$	65,5	77,0	72,1	71,5
$N_{160}P_{60}K_{110}$	78,8	101,1	94,4	91,4
$N_{160}P_{30}K_{55}$	73,9	94,2	88,8	85,6
$N_{160}P_{60}K_{55}$	77,8	97,9	91,8	89,2
$N_{160}P_{30}K_{110}$	73,6	94,5	90,2	86,1

Парні комбінації та варіанти з неповним поверненням фосфорних і калійних добрив мало зменшували господарське винесення фосфору порівняно з повним мінеральним добривом. Найменше на господарське винесення фосфору впливала фосфорно-калійна система – 60,0 кг/га або на 22 % порівняно з варіантом без добрив.

Господарське винесення фосфору значно змінювалось від року проведення досліджень. Так, у менш сприятливому 2022 р. цей показник змінювався від 44,3 до 78,8 кг/га, в 2023 р. – від 55,6 до 101,1 кг/га, а в 2024 р. – від 47,1 до 94,4 кг/га.

Необхідно відзначити, що описана тенденція господарського винесення фосфору урожаєм зерна та стебел була подібною як у середньому, так і за роки прове-

дення досліджень. При цьому величина господарського винесення фосфору урожаєм зерна була в 2,0–3,7 рази вищою порівняно з господарським винесенням фосфору стеблами.

Величина господарського винесення калію була на рівні господарського винесення азоту (табл. 3). При цьому він був найвищим на системах з азотною складовою. Так, господарське винесення калію з урожаєм зерна та соломи збільшувалось від 145,2 до 193,9 кг/га або на 34 % за внесення  $N_{80}$  і до 233,5 кг/га, або 61 % за внесення подвійної дози азотних добрив. Внесення половини повного мінерального добрива ( $N_{80}P_{30}K_{55}$ ) збільшувало господарське винесення до 206,6 кг/га або на 7 % і до 260,7 кг/га за внесення  $N_{160}P_{60}K_{110}$  або на 12 % порівняно з азотними системами.

Таблиця 3

## Господарське винесення калію кукурудзою за різних видів і доз добрив, кг/га

Варіант	Рік проведення досліджень			Середнє за три роки
	2022	2023	2024	
Господарське винесення зерном				
Без добрив	29,4	37,5	27,5	31,5
$N_{80}$	40,6	47,6	36,5	41,6
$N_{160}$	45,2	51,3	39,9	45,5
$P_{60}K_{110}$	34,4	44,6	30,9	36,7
$N_{160}K_{110}$	49,5	56,5	42,1	49,3
$N_{160}P_{60}$	45,3	51,2	39,9	45,5
$N_{80}P_{30}K_{55}$	43,7	50,0	39,7	44,5
$N_{160}P_{60}K_{110}$	52,3	60,8	44,2	52,4
$N_{160}P_{30}K_{55}$	49,5	58,1	41,4	49,7
$N_{160}P_{60}K_{55}$	49,5	57,2	43,0	49,9
$N_{160}P_{30}K_{110}$	51,8	58,4	42,4	50,9
Господарське винесення стеблами				
Без добрив	96,0	135,8	109,3	113,7
$N_{80}$	135,4	174,2	147,4	152,3
$N_{160}$	151,7	198,5	214,0	188,1
$P_{60}K_{110}$	102,2	155,0	116,9	124,7
$N_{160}K_{110}$	158,7	208,1	222,6	196,5
$N_{160}P_{60}$	153,4	203,2	214,7	190,4
$N_{80}P_{30}K_{55}$	143,4	185,8	157,3	162,1
$N_{160}P_{60}K_{110}$	166,7	223,7	234,3	208,2
$N_{160}P_{30}K_{55}$	158,0	217,0	228,0	201,0
$N_{160}P_{60}K_{55}$	162,5	216,1	232,5	203,7
$N_{160}P_{30}K_{110}$	166,7	220,3	232,3	206,4
Господарське винесення зерном і стеблами				
Без добрив	125,5	173,3	136,7	145,2
$N_{80}$	176,0	221,8	183,9	193,9
$N_{160}$	196,9	249,8	254,0	233,5
$P_{60}K_{110}$	136,6	199,7	147,8	161,4
$N_{160}K_{110}$	208,1	264,6	264,7	245,8
$N_{160}P_{60}$	198,7	254,4	254,6	235,9
$N_{80}P_{30}K_{55}$	187,1	235,7	197,0	206,6
$N_{160}P_{60}K_{110}$	219,0	284,5	278,5	260,7
$N_{160}P_{30}K_{55}$	207,5	275,0	269,4	250,6
$N_{160}P_{60}K_{55}$	212,1	273,3	275,4	253,6
$N_{160}P_{30}K_{110}$	218,6	278,7	274,7	257,3

Таблиця 4

Баланс основних елементів живлення за вирощування кукурудзи залежно від видів і доз добрив (2022–2024 рр.), кг/га

Варіант досліджу	Баланс за умови					
	видалення соломи з поля			залишення соломи на полі		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Без добрив (контроль)	-130,8	-49,0	-145,2	-98,0	-38,5	-31,5
N <sub>80</sub>	-131,6	-66,6	-193,9	-82,0	-50,8	-41,6
N <sub>160</sub>	-83,6	-76,7	-233,5	-18,8	-55,7	-45,5
P <sub>60</sub> K <sub>110</sub>	-141,1	0,0	-51,4	-106,3	15,6	73,3
N <sub>160</sub> K <sub>110</sub>	-84,2	-75,4	-135,8	-18,4	-55,4	60,7
N <sub>160</sub> P <sub>60</sub>	-86,5	-25,2	-235,9	-20,0	0,7	-45,5
N <sub>80</sub> P <sub>30</sub> K <sub>55</sub>	-142,0	-41,5	-151,6	-87,9	-23,6	10,5
N <sub>160</sub> P <sub>60</sub> K <sub>110</sub>	-108,5	-31,4	-150,7	-36,0	-1,3	57,6
N <sub>160</sub> P <sub>30</sub> K <sub>55</sub>	-100,9	-55,6	-195,6	-31,3	-28,9	5,3
N <sub>160</sub> P <sub>60</sub> K <sub>55</sub>	-103,7	-29,2	-198,6	-32,8	0,0	5,1
N <sub>160</sub> P <sub>30</sub> K <sub>110</sub>	-104,5	-56,1	-147,3	-32,8	-29,0	59,1

Парні комбінації та варіанти з неповним поверненням фосфорних і калійних добрив мало зменшували господарське винесення калію порівняно з повним мінеральним добривом. Найменше на господарське винесення калію впливала фосфорно-калійна система – 161,4 кг/га або на 11 % порівняно з варіантом без добрив.

Господарське винесення фосфору значно змінювалось від року проведення досліджень. Так, у менш сприятливому 2022 р. цей показник змінювався від 125,5 до 219,0 кг/га, в 2023 р. – від 173,3 до 284,5 кг/га, а в 2024 р. – від 136,7 до 278,5 кг/га.

Необхідно відзначити, що описана тенденція господарського винесення фосфору урожаєм зерна та стебел була подібною як у середньому, так і за роки проведення досліджень. При цьому величина господарського винесення калію урожаєм зерна була в 3,6–4,0 рази нижчою порівняно з господарським винесенням калію стеблами.

Розрахунки свідчать, що за умови видалення стебел кукурудзи з поля баланс азоту, фосфору та калію був від'ємним на всіх варіантах за винятком фосфору за внесення P<sub>60</sub>K<sub>110</sub> (табл. 4). При цьому баланс калію мав найвищий дефіцит порівняно з іншими елементами. За умови залишення стебел на полі баланс елементів живлення поліпшувався. Проте баланс азоту залишався від'ємним незалежно від системи удобрення. Баланс фосфору був від'ємним за систем, які не містили фосфорних добрив і за дози 30 кг/га д. р. Баланс калію при цьому був додатнім, крім варіантів без застосування калійних добрив.

Отже, досліджені системи удобрення є екологічно безпечними, оскільки за умови застосування найбільшої дози азотних добрив баланс азоту залишається від'ємним. Це свідчить про те, що азот повністю засвоюється рослинами і його навіть не вистачає. Застосування фосфорних і калійних добрив є екологічно безпечним, оскільки ґрунтово-вбирний комплекс міцно утримує рухомі їх форми.

**Висновки.** Господарське винесення азоту, фосфору та калію значно збільшується за використання систем,

що містять азотну складову. Встановлено, що господарське винесення азоту збільшується від 130,8 кг/га у варіанті без добрив до 268,5 кг/га за внесення N<sub>160</sub>P<sub>60</sub>K<sub>110</sub>, господарське винесення фосфору – від 49,0 до 91,4, господарське винесення калію – від 145,2 до 260,7 кг/га. При цьому величина господарського винесення сильно змінюється від погодних умов року проведення досліджень.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Господаренко Г. М., Любич В. В., Леонова К. П., Стоцький В. В. Вплив вапнування чорнозему опідзоленого та удобрення на врожайність кукурудзи. *Аграрні інновації*. 2022. № 13. С. 35–39.
2. Tian X., Engel B.A., Qian H., Hua E., Sun S., Wang Y. Will reaching the maximum achievable yield potential meet future global food demand? *J. Clean. Prod.* 2021. Vol. 294. 126285.
3. Любич В. В. Хвороби і шкідники різних сортів пшениці твердої озимої. *Збірник Уманського НУС*. 2022. Вип. 100. С. 7–16.
4. Любич В.В., Невлад В.І., Мартинюк А.Т. Продуктивність тритикале ярого за різних доз азотних добрив. *Агробіологія*. 2022. № 1. С. 152–159.
5. Господаренко Г. М., Любич В. В., Бурляй О. Л., Притуляк Р. М. Агрехімічні властивості чорнозему опідзоленого за різних доз азотних добрив і їх поєднання з іншими видами мінеральних добрив. *Аграрні інновації*. 2022. № 14. С. 18–22.
6. Liu Z., Hao Z., Sha Y., Huang Y., Guo W., Ke L., Chen F., Yuan L., Mi G. High responsiveness of maize grain yield to nitrogen supply is explained by high ear growth rate and efficient ear nitrogen allocation. *Field Crops Res.* 2022. Vol. 286. 108610.
7. Baghel V., Thakur J.K., Yadav S.S., Manna M.C., Mandal A., Shirale A.O., Sharma P., Sinha N.K., Mohanty M., Singh A.B. et al. Phosphorus and Potassium Solubilization From Rock Minerals by Endophytic *Burkholderia* sp. Strain FDN2–1 in Soil and Shift in Diversity of Bacterial Endophytes of Corn Root Tissue with Crop Growth Stage. *Geomicrobiol. J.* 2020. Vol. 37. P. 550–563.

8. Господаренко Г. М., Любич В. В., Черно О. Д. Вплив вапнування та мінеральних добрив на врожайність пшениці озимої на чорноземі опідзоленому. *Вісник Уманського НУС*. 2022. № 1. С. 32–36.
9. Budiastuti M., Purnomo D., Setyaningrum D. Agroforestry System as the Best Vegetation Management to Face Forest Degradation in Indonesia. *Rev. Agric. Sci.* 2022. Vol. 10. P. 14–23.
10. Djaman K., Allen S., Djaman D.S., Koudahe K., Irmak S., Puppala N., Darapuneni M.K., Angadi S.V. Planting date and plant density effects on maize growth, yield and water use efficiency. *Environ. Chall.* 2022. Vol. 6. 100417.
11. Господаренко Г. М., Любич В. В., Стоцький В. В. Вплив фосфорних добрив на продуктивність зернової сівозміни. *Вісник Сумського НАУ*. 2022. Вип. 2 (48), 2022. С. 46–50.
12. Budiastuti M. T. S., Purnomo D., Pujiasmanto B., Setyaningrum D. Response of Maize Yield and Nutrient Uptake to Indigenous Organic Fertilizer from Corn Cobs. *Agriculture*. 2023. Vol. 13(2). 309.
13. Shcatula Yu., Matsera O., Zabarna T. The application of different fertilizer system for the formation of corn hybrids grain productivity. *Agriculture and Forestry*. 2022. Vol. 27. P. 25–40.
- Shift in Diversity of Bacterial Endophytes of Corn Root Tissue with Crop Growth Stage. *Geomicrobiol. J.*, 37, 550–563.
8. Gospodarenko, G. M., Liubych, V. V., Cherny, O. D. (2022). *Vplyv vapnuvannia ta mineralnykh dobryv na vrozhainist pshenytsi ozymoi na chornozemi opidzolenomu* [The effect of liming and mineral fertilizers on the yield of winter wheat on podzolized chernozem]. *Bulletin of the Uman State University*, 1, 32–36. [in Ukrainian].
9. Budiastuti, M., Purnomo, D., Setyaningrum, D. (2022). *Agroforestry System as the Best Vegetation Management to Face Forest Degradation in Indonesia*. *Rev. Agric. Sci.*, 10, 14–23.
10. Djaman, K., Allen, S., Djaman, D.S., Koudahe, K., Irmak, S., Puppala, N., Darapuneni, M.K., Angadi, S.V. (2022). *Planting date and plant density effects on maize growth, yield and water use efficiency*. *Environ. Chall.*, 6, 100417.
11. Gospodarenko, H.M., Liubych, V.V., Stotskyi, V.V. (2022). *Vplyv fosfornykh dobryv na produktyvnist zernovoi sivozminy* [The effect of phosphorus fertilizers on the productivity of grain crop rotation]. *Bulletin of the Sumy NAU*, 2 (48), 46–50. [in Ukrainian].
12. Budiastuti, M. T. S., Purnomo, D., Pujiasmanto, B., & Setyaningrum, D. (2023). *Response of Maize Yield and Nutrient Uptake to Indigenous Organic Fertilizer from Corn Cobs*. *Agriculture*, 13(2), 309.
13. Shcatula, Yu., Matsera, O., Zabarna, T. (2022). *The application of different fertilizer system for the formation of corn hybrids grain productivity*. *Agriculture and Forestry*. 27. 25–40.

## REFERENCES:

1. Gospodarenko, H.M., Liubych, V.V., Leonova, K.P., Stotskyi, V.V. (2022). *Vplyv vapnuvannia chornozemu opidzolenoho ta udobrennia na vrozhainist kukurudzoy* [The effect of liming podzolized chernozem and fertilization on corn yield]. *Agrarian innovations*, 13, 35–39. [in Ukrainian].
2. Tian, X., Engel, B.A., Qian, H., Hua, E., Sun, S., Wang, Y. (2021). Will reaching the maximum achievable yield potential meet future global food demand? *J. Clean. Prod.*, 294, 126285.
3. Liubych, V. V. (2022). *Khvoroby i shkidnyky riznykh sortiv pshenytsi tvrdoj ozymoi* [Diseases and pests of different varieties of hard winter wheat]. *Collection of the Uman NUS*, 100, 7–16. [in Ukrainian].
4. Liubych, V.V., Nevlad, V.I., Martyniuk, A.T. (2022). *Produktyvnist trytykale yaroho za riznykh doz azotnykh dobryv* [Productivity of spring triticale under different doses of nitrogen fertilizers]. *Agrobiology*. 2022. No. 1. P. 152–159. [in Ukrainian].
5. Gospodarenko, G. M., Liubych, V. V., Burlyai, O. L., Prytulyak, R. M. (2022). *Ahrokhimichni vlastyosti chornozemu opidzolenoho za riznykh doz azotnykh dobryv i yikh poiednannia z inshymy vydamy mineralnykh dobryv* [Agrochemical properties of podzolized chernozem with different doses of nitrogen fertilizers and their combination with other types of mineral fertilizers]. *Agrarian innovations*, 14, 18–22. [in Ukrainian].
6. Liu, Z., Hao, Z., Sha, Y., Huang, Y., Guo, W., Ke, L., Chen, F., Yuan, L., Mi, G. (2022). High responsiveness of maize grain yield to nitrogen supply is explained by high ear growth rate and efficient ear nitrogen allocation. *Field Crops Res.*, 286, 108610.
7. Baghel, V., Thakur, J.K., Yadav, S.S., Manna, M.C., Mandal, A., Shirale, A.O., Sharma, P., Sinha, N.K., Mohanty, M., Singh, A.B., et al. (2020). Phosphorus and Potassium Solubilization From Rock Minerals by Endophytic Burkholderia sp. Strain FDN2–1 in Soil and
- Стоцький В.В. Засвоєння основних елементів живлення кукурудзою за різних видів і доз добрив**  
**Мета.** Визначити засвоєння основних елементів живлення кукурудзою за різних видів і доз добрив.  
**Методи.** Польовий, вимірювальний, розрахунково-порівняльний, аналізування, статистичний.  
**Результати.** господарське винесення азоту з урожаєм зерна та соломи збільшувалось від 130,8 до 211,6 кг/га або на 62 % за внесення  $N_{80}$  і до 243,6 кг/га, або 86 % за внесення подвійної дози азотних добрив. Внесення половини повного мінерального добрива ( $N_{80}P_{30}K_{55}$ ) збільшувало господарське винесення до 222,0 кг/га або на 5 % і до 268,5 кг/га за внесення  $N_{160}P_{60}K_{110}$  або на 10 % порівняно з азотними системами. Господарське винесення фосфору з урожаєм зерна та соломи збільшувалось від 49,0 до 66,6 кг/га або на 36 % за внесення  $N_{80}$  і до 76,7 кг/га, або 57 % за внесення подвійної дози азотних добрив. Внесення половини повного мінерального добрива ( $N_{80}P_{30}K_{55}$ ) збільшувало господарське винесення до 71,5 кг/га або на 7 % і до 91,4 кг/га за внесення  $N_{160}P_{60}K_{110}$  або на 19 % порівняно з азотними системами. Господарське винесення калію з урожаєм зерна та соломи збільшувалось від 145,2 до 193,9 кг/га або на 34 % за внесення  $N_{80}$  і до 233,5 кг/га, або 61 % за внесення подвійної дози азотних добрив. Внесення половини повного мінерального добрива ( $N_{80}P_{30}K_{55}$ ) збільшувало господарське винесення до 206,6 кг/га або на 7 % і до 260,7 кг/га за внесення  $N_{160}P_{60}K_{110}$  або на 12 % порівняно з азотними системами.  
**Висновки.** Господарське винесення азоту, фосфору та калію значно збільшується за використання систем, що містять азотну складову. Встановлено, що господарське винесення азоту збільшується від 130,8 кг/га у варіанті без добрив до

268,5 кг/га за внесення  $N_{160}P_{60}K_{110}$ , господарське винесення фосфору – від 49,0 до 91,4, господарське винесення калію – від 145,2 до 260,7 кг/га. При цьому величина господарського винесення сильно змінюється від погодних умов року проведення досліджень.

**Ключові слова:** господарське винесення, азот, фосфор, калій, баланс елементів живлення.

#### Stotskyi V.V. Nutrient uptake by corn under different types and doses of fertilizers

**Aims.** Determine nutrient uptake by corn under different types and doses of fertilizers. **Methods.** Laboratory, measuring, calculation and comparison, analysis, statistical. **Results.** Economic nitrogen removal with grain and straw yields increased from 130.8 to 211.6 kg/ha or by 62 % with  $N_{80}$  application and up to 243.6 kg/ha or 86 % with double dose of nitrogen fertilizers. The application of half of the complete minerals ( $N_{80}P_{30}K_{55}$ ) increased the economic yield up to 222.0 kg/ha or by 5 % and up to 268.5 kg/ha when applying  $N_{160}P_{60}K_{110}$  or by 10 % compared to nitrogen systems. The economic removal of phosphorus with the yield of grain and straw increased from 49.0 to 66.6 kg/ha or by 36 % when  $N_{80}$  was applied and up to 76.7 kg/ha or 57 % when a double dose of nitrogen

fertilizers was applied. The application of half of the complete minerals ( $N_{80}P_{30}K_{55}$ ) increased the economic yield up to 71.5 kg/ha or by 7 % and up to 91.4 kg/ha with the application of  $N_{160}P_{60}K_{110}$  or by 19 % compared to nitrogen systems. The economic removal of potassium with grain and straw yields increased from 145.2 to 193.9 kg/ha or by 34 % with the application of  $N_{80}$  and up to 233.5 kg/ha or 61 % with the application of a double dose of nitrogen fertilizers. The application of half of the complete minerals ( $N_{80}P_{30}K_{55}$ ) increased the economic yield up to 206.6 kg/ha or by 7 % and up to 260.7 kg/ha when applying  $N_{160}P_{60}K_{110}$  or by 12 % compared to nitrogen systems. **Conclusions.** The economic removal of nitrogen, phosphorus and potassium increases significantly by using systems containing a nitrogen component. It was found that the economic removal of nitrogen increases from 130.8 kg/ha in the variant without fertilizers to 268.5 kg/ha with the application of  $N_{160}P_{60}K_{110}$ , the economic removal of phosphorus – from 49.0 to 91.4, the economic removal of potassium – from 145.2 to 260.7 kg/ha. Moreover, the amount of economic removal varies greatly depending on weather conditions of the research year.

**Key words:** economic removal, nitrogen, phosphorus, potassium, balance of nutrients.