

## ДИНАМІКА ВИСОТИ РОСЛИН КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ФОРМ І НОРМ ВНЕСЕННЯ АЗОТНИХ ДОБРІВ В УМОВАХ ПІВНІЧНОГО СХОДУ УКРАЇНИ

**СЕНИК І.І.** – доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник  
*orcid.org/0000-0003-3249-2065*

Західноукраїнський національний університет

**ОНИЧКО В.І.** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
*orcid.org/0000-0003-0584-319X*

Сумський національний аграрний університет

**НАУМОВ Є.О.** – аспірант  
*orcid.org/0009-0001-6864-7447*

Сумський національний аграрний університет

**Постановка проблеми.** Серед зернових культур сучасного аграрного виробництва України ключовою є кукурудза. Завдяки своєму універсальному призначенню – використанню 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 урожайністю [6, 7, 13, 23].

Розміри її посівних площ України в цілому, за даними Державної служби статистики, у 2021 році становили 5481,8 тис. га, а в Сумській області – 459,9 тис.га. Урожайність її відповідно – 7,68 т/га та 67,7 т/га. Виробництво зерна кукурудзи при цьому становило 42109,9 тис. т, а у Сумській області – 3116,3. Частка у загальному виробництві становить 7,4% [17].

Багатоцільове призначення кукурудзи робить її найбільш експортоорієнтованою культурою із всієї групи зернових, випережуючи навіть пшеницю. Так, за даними Державної служби статистики України у 2021 році було експортовано 24,6 млн.т зерна кукурудзи на загальну суму 5892655,6 тис. дол., тоді як для пшениці зазначені показники знаходилися на рівні відповідно 20,1 млн.т 5074783,1 тис. дол. Експортна ціна при цьому становила 239,5 дол/т кукурудзи та 252,5 дол. т пшениці [18]. Це вказує на те, що кукурудза є високомаржинальною культурою, яка користується значним попитом на зовнішньому ринку, тому і займає одні із найбільших посівних площ в Україні.

В цьому контексті актуальним є питання оптимізації азотного живлення кукурудзи з метою отримання найбільш продуктивних агроценозів зазначеної культури [1, 16, 19, 21, 25].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Серед багатьох морфобіологічних ознак, які характеризують ріст і розвиток рослин, є висота [5, 9–12]. Тому відомості про темпи росту і розвитку рослин кукурудзи в онтогенезі дають можливість своєчасно впливати на процес формування високої продуктивності культури [15]. Висота рослин є одним з важливих біометричних показників росту кукурудзи. Залежно від технологічних прийомів і погодних умов вирощування даний показник може змінюватись. Стебло характеризується сильним ростом і високою щільністю [22]. Між висотою стебла і скоростиглістю сорту чи гібриду відмічена від'ємна

кореляція. Разом із цим кожен із цих показників знаходиться під сильним впливом умов зовнішнього середовища [13, 14, 20].

Вважається, що оптимізація умов живлення гібридів кукурудзи підвищує темпи наростання нарощування зеленої маси, завдяки інтенсивному формуванню листової поверхні та росту стебла. В свою чергу це сприяє кращому використанню кукурудзою ґрунтової вологи. Звідси і отримання вищих урожаїв [2, 3].

За результатами досліджень науковців Національного університету біоресурсів і природокористування України, встановлено, що на початкових етапах розвитку рослин кукурудзи не зафіксовано відмінностей у рості і розвитку, а у пізніші фенологічні фази зазначені відмінності є суттєвими [8].

**Мета** – встановити вплив удобрення на динаміку лінійного росту кукурудзи в умовах північного сходу України.

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

Ґрунти дослідного поля чорнозем типовий малогумусний слабовилугований крупнопилувато-середньосуглинковий. Перед закладанням дослідів у 2018 році було проведено агрохімічний аналіз ґрунту лабораторією компанії Yaга. За результатами проведених досліджень встановлено, що в ньому міститься органічної речовини 3,5%, рН водне 6,5, ємність катіонного обміну 20,1 мг-екв/г ґрунту, фосфору 24 ppm, калію 115 ppm.

Погодні умови в роки проведення досліджень були неоднаковими і значно відрізнялися від середніх багаторічних показників кількості опадів та за температурним режимом. Так, у 2019 році середньомісячна температура вегетаційного періоду кукурудзи становила 18,9 °С, а сума опадів за цей же час – 208 мм, у 2020 році зазначені показники знаходилися на рівні відповідно 19,4 °С та 272 мм, а у 2021 році – 20,5 °С та 138 мм. Середні багаторічні показники за цей період становлять 17,4 °С та 304 мм.

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

В наших дослідах вирощувався гібрид ДКС 4178 з ФАО 330. Придатний до вирощування у різних умовах, має міцну кореневу систему, швидку вологовіддачу. Рекомендований для вирощування за середнього та високого мінерального живлення, традиційного та мінімального обробітку ґрунту. Можливе вирощування в монокультурі.

Таблиця 1

## Схема досліду

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

Розміри ділянок: посівна – 150 м<sup>2</sup>; облікові – 100 м<sup>2</sup>, повторність триразова.

В наших дослідах використовували наступні мінеральні добрива: безводний аміак з вмістом азоту 82%, КАС-32, який містить 32% азоту, карбамід – 46% азоту, гранульований суперфосфат – 19,5% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> та калій хлористий 60% K<sub>2</sub>O. Фосфорні та калійні добрива вносилися восени під основний обробіток ґрунту, а азотні весною за 10 днів до сівби.

Дослідження проводилися відповідно до загальноприйнятих методик [4].

**Результати досліджень.** Нашими дослідженнями встановлено, що азотні добрива, які вносилися в досліді впливали на лінійні розміри рослин кукурудзи протягом всього вегетаційного періоду. На початку вегетації нами не було виявлено суттєвого впливу внесених азотних добрив (табл. 2).

Так, у середньостиглого гібриду ДКС 4178 висота рослин становила 5,59–6,25 см залежно від норм та форм внесених азотних добрив.

Вважається, що до фази трьох листків, рослини кукурудзи розвиваються за рахунок запасних поживних речовин які містяться у насінині і тільки пізніше зазначеної фази рослини переходять на автотрофне живлення. Цим і пояснюється відсутність різниці між варіантами досліді у фазу V3.

Слід зазначити, що серед досліджуваних варіантів досліді, де вивчалися різні форми мінерального азоту,

Таблиця 2

## Висота рослин гібриду кукурудзи ДКС 4178 залежно від удобрення, см (середнє за 2019–2021 рр.)

Фактор А – форма азотних добрив	Фактор В – норма внесення мінерального азоту, кг/га д.р.	Фенологічні фази			
		V3	V8	VT	R6
Безводний аміак	Контроль	5,59±0,6	71,0±0,9	237,3±2,2	236,3±1,1
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> (фон)	5,63±0,8	72,5±1,1	239,9±2,5	239,5±1,3
	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	5,81±1,0	78,5±1,1	250,0±2,7	251,8±2,0
	N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	6,05±0,7	82,9±1,6	254,3±2,6	256,3±1,1
	N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	6,06±0,3	86,2±1,6	257,2±1,3	259,5±1,6
	N <sub>180</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	6,11±0,5	86,6±0,9	259,9±1,4	262,4±1,4
	N <sub>210</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	6,12±1,0	87,1±0,7	266,1±1,5	268,9±1,5
Карбамід	Контроль	5,60±0,4	69,8±1,3	236,6±1,4	236,1±1,1
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> (фон)	5,65±0,4	72,0±1,5	239,3±1,3	239,1±1,2
	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	5,70±0,6	76,3±1,8	248,8±1,2	250,1±1,2
	N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	5,81±0,7	80,5±1,4	252,1±1,0	253,5±1,0
	N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	5,85±1,0	81,6±1,5	255,9±1,5	257,6±1,0
	N <sub>180</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	5,92±0,9	84,3±1,2	257,6±1,5	259,8±1,6
	N <sub>210</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	6,01±0,4	86,6±1,0	263,3±1,4	266,0±1,4
КАС-32	Контроль	5,65±1,0	71,2±0,9	237,6±1,4	236,5±1,2
	P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> (фон)	5,69±0,8	72,6±1,4	239,5±1,5	239,4±1,1
	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	6,12±1,1	80,9±1,1	242,5±1,3	243,6±1,5
	N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	6,15±0,9	83,9±1,5	245,6±1,3	246,8±2,0
	N <sub>150</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	6,15±1,1	87,5±0,9	246,2±0,9	247,5±1,9
	N <sub>180</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	6,22±0,9	87,9±1,1	247,0±0,7	248,9±1,2
	N <sub>210</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	6,25±0,6	88,5±0,8	249,3±1,1	251,5±1,0

найменшою висотою, хоча і статистично не доведеною, відзначилися ділянки де використовувався карбамід. Причиною цього може бути наявність біурету в зазначеному добриві, який ймовірно в незначній мірі сповільнював ріст рослин на початкових етапах їх вегетації.

Після появи третього листка у рослин кукурудзи починає інтенсивно розвиватися коренева система і вона починає поглинати самостійно поживні речовини. У цей період уже проявився вплив внесених мінеральних добрив на лінійний ріст рослин.

Найбільшою висотою рослин у фазі V8 відзначилися варіанти, на яких було внесено карбамідно-аміачну суміш (КАС-32). Вона становила 80,9–88,5 см залежно від норми внесення мінерального азоту. На контрольному варіанті без добрив висота рослин була найменшою і становила 71,2 см. Із зростанням норми внесення азоту лінійні розміри рослин кукурудзи також збільшувалися і досягли свого максимуму на варіанті із внесенням 210 кг/га д.р., де становили 88,5 см.

На варіантах із внесенням безводного аміаку рослини кукурудзи були дещо нижчими і їх висота становила 78,5–87,1 см. На контролі без добрив зазначені показники були на рівні 69,8 см.

На варіантах із внесенням карбаміду рослини кукурудзи були найнижчими і їх висота становила 76,3–86,6 см. На контролі без добрив зазначені показники були на рівні 71,0 см, а на кращому варіанті досліді (210 кг/га д.р.) – 86,6 см.

Причиною того, що КАС-32 забезпечив кращі результати висоти рослин у фазі V8 є наявність в ньому швидкодіючого нітратного азоту, який рослини першочергово використовують.

Як свідчать літературні джерела [5], максимальні темпи лінійного росту рослин припадають на період до викидання волотей. Як і у фазу V8 так і у фазу VT, в наших дослідіх було відмічено різницю лінійних розмірів рослин за варіантами досліді. Так, висота рослин на варіантах внесення КАС-32 становила 242,5–249,3 см залежно від норми внесення азоту.

Найбільші лінійні розміри рослин кукурудзи у фазі VT відмічено при використанні безводного аміаку 250,0–266,1 см.

Дещо меншою висотою рослин відзначилися варіанти із внесенням карбаміду – 248,8–263,3 см, а найменші лінійні розміри рослин кукурудзи відмічено при використанні КАС-32 – 242,5–249,3 см залежно від норми внесення мінерального азоту.

Причиною цього є те, що нітратний азот, який є в КАС-32, відзначається високою мобільністю в ґрунті і до часу викидання волотей кукурудзи уже стає недоступним для рослин.

У фазі VT збереглася така ж закономірність, яка була і у фазі V8, коли найбільшою висотою рослин відзначився варіант із внесенням максимальних норм азоту – 210 кг/га. Так, при використанні безводного аміаку вона становила 266,1 см, а на варіантах із внесенням карбаміду та КАС-32 відповідно 263,3 см та 249,3 см.

Зменшення норми внесення азоту спричинило зменшення висоти рослин кукурудзи. На варіанті із

внесенням мінімальної норми нітрогену (90 кг/га д.р.) лінійні розміри рослин були найменшими і становили 250,0 см при внесенні безводного аміаку, 248,8 см при використанні карбаміду та 242,5 см при використанні нітрогену в трьох формах (нітратна, амонійна та амідна).

Після викидання волотей ріст рослин у висоту майже не відбувається [5, 6]. Це підтверджено і нашими дослідженнями, згідно яких, висота рослин у фазі R6 в незначній мірі відрізнялася від фази VT.

Серед досліджуваних форм внесення мінерального азоту найбільші лінійні розміри рослин кукурудзи були відмічені на варіантах із використанням безводного аміаку 251,8–268,9 см. При внесенні карбаміду висота рослин була дещо меншою і становила 250,1–266,0 см. Залежно від норми внесення азоту висота рослин кукурудзи при використанні КАС-32 становила 243,6–251,5 см, що виявилось найменшим показником серед досліджуваних форм азотних добрив.

У фазі R1 збереглася така ж закономірність, яка була і у фазі V8 та VT, коли найбільшою висотою рослин відзначилися варіанти із внесенням максимальних норм азоту – 210 кг/га. Залежно від форми внесення нітрогену, лінійні розміри рослин кукурудзи становили 251,5–268,9 см.

Відмічено закономірне зменшення висоти рослин досліджуваних гібридів кукурудзи із зниженням норм внесення азотних добрив. Так, при внесенні безводного аміаку, на варіанті з застосуванням 90 кг/га д.р. лінійні розміри рослин становили 251,8 см. При використанні в якості азотного добрива карбаміду зазначені показники знаходилися на рівні 250,1 см.

Сумісне ж використання нітрогену в трьох формах (нітратна, амонійна та амідна) забезпечили висоту рослин кукурудзи на рівні 243,6 см.

Використовуючи метод кореляційно-регресійного аналізу нами виявлено залежності висоти рослин кукурудзи від кількості внесених мінеральних добрив за фазами вегетації (табл. 3).

Встановлено, що у всіх фазах розвитку кукурудзи існує тісна пряма кореляційна залежність між кількістю внесеного азоту та висотою рослин. Коефіцієнти кореляції на всіх варіантах досліді знаходяться вище рівня 0,70. Рівняння регресії достовірно описують зазначені залежності, оскільки ймовірність нульової гіпотези (p) менше 0,05.

**Висновки.** Таким чином, на основі проведених трирічних досліджень, встановлено, що висота рослин кукурудзи перебувала у прямій кореляційній залежності від норми внесення мінерального азоту. Найбільшою вона була на варіантах із максимальними нормами нітрогену – 210 кг/га. При внесенні безводного аміаку на зазначеному варіанті досліді вона становила 6,12 см у фазу V3, 87,1 см у фазу V8, 266,1 см VT та 268,9 см у період молочно-воскової стиглості. При використанні карбаміду зазначені показники знаходилися на рівні відповідно 6,01 см, 86,6 см, 263,3 та 266,0 см. На варіантах із внесенням КАС-32 висота рослин у фазі V3 становила 6,25 см, у фазі V8 – 87,5 см, у фазі VT – 249,3 см та 251,5 см у фазі R6.

Таблиця 3

Кореляційні зв'язки та рівняння регресії між нормою внесення азотних добрив та висотою рослин кукурудзи за фазами вегетації

Гібриди	Форми азотних добрив	Рівняння регресії	Коефіцієнт кореляції (r)	Ймовірність нульової гіпотези (p)
V8	Безводний аміак	$Y=74,61+0,0677*X$	0,8960	0,0396
	Карбамід	$Y=68,79+0,0903*X$	0,9822	0,0029
	КАС-32	$Y=75,14+0,064*X$	0,9347	0,0198
VT	Безводний аміак	$Y=233,89+0,061*X$	0,9940	0,0006
	Карбамід	$Y=237,93+0,0457*X$	0,9859	0,0020
	КАС-32	$Y=238,62+0,051*X$	0,9629	0,0085
R6	Безводний аміак	$Y=233,15+0,075*X$	0,9985	0,0003
	Карбамід	$Y=238,02+0,056*X$	0,9873	0,0017
	КАС-32	$Y=238,71+0,0597*X$	0,9775	0,0040

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Городній М. М. та ін. Агрохімія : підручник. Київ : Алефа, 2003. 775 с.
- Гудзь В. П., Лісовал А. П., Андрієнко В. О. Землеробство з основами ґрунтознавства і агрохімії. Навчальний посібник К.: Вища школа, 1995. 312 с.
- Дудка М. І., Якунін О. П., Пустовий С. І. Вплив позакореневого підживлення на формування зернової продуктивності кукурудзи за вирощування її після соняшнику. Таврійський науковий вісник. Серія сільськогосподарські науки. 2020. № 115. С. 42–48.
- Єщенко В. О., Копитко П. Г., Костоґриз П. В., Опришко В. П. Основи наукових досліджень в агрономії: Підручник. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К»», 2014. 332 с.
- Заверталюк В. Ф. Реакція гібридів кукурудзи на рівень мінерального живлення і густотустояння рослин. Бюл. Інститут зернового господарства УААН. 2001. №17. С. 70–72.
- Зайцев О., Ковальов В. Розширення площ вирощування зернової кукурудзи в Україні – нагальна потреба сьогоdnішнього дня. Пропозиція. 2003. №11. 53 с.
- Зубець М. В. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України. Київ. Аграр. Наука. 2004. 844 с.
- Каленська С. М., Таран В. Г., Данилів П. О. Розвиток кореневої системи кукурудзи на ранніх етапах розвитку. Науковий вісник НУБіП України. Сер. Агрономія. 2017. Вип. 269. С. 10–17.
- Каленська С. М., Говенько Р. В. Особливості формування рослин кукурудзи залежно від удобрення, гібриду та метеорологічних чинників : тези доп. III Міжнародної наук.-практ. конф. «Рослинництво XXI століття: виклики та інновації. До 120-ти річчя кафедри рослинництва НУБіП України», м. Київ, 25–26 вересня листопада 2019 року. К., 2019. С. 84–85.
- Каленська С. М., Єрмакова Л. М., Крестьянінов Є. В. Реакція гібридів кукурудзи різних груп стиглості на удобрення та економічна ефективність вирощування. Таврійський науковий вісник. 2019. Вип. 106. Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2019. С. 63–69.
- Ківер В. Х., Галечко І. Д., Лебідь Є. М., Пабата І. А. Норми, способи та строки внесення добрив під кукурудзу на зрошенні. Енергозберігаючі технології вирощування зернових культур у Степу України. Дніпропетровськ: Пороги, 1995. С. 61–66.
- Лавриненко Ю.А., Гож О. А. Ріст і розвиток рослин гібридів кукурудзи ФАО 180–340 за впливу регуляторів росту і мікродобрив в умовах зрошення на півдні України. Зрошуване землеробство. 2016. Вип. 65. С. 128-131.
- Лихочвор В. В., Проць Р. Р. Кукурудза : навч.-практ. вид. Львів : Україн. Технології. 2002. 48 с.
- Мазур В. А., Шевченко Н. В. Вплив технологічних прийомів вирощування на формування якісних показників зерна кукурудзи. Збірник наукових праць ВНАУ. Сільське господарство та лісівництво. 2017. №6 (Т. 1). С. 7–13.
- Мазур В. А., Циганська О. І., Шевченко Н. В. Висота рослин кукурудзи залежно від технологічних прийомів вирощування. Сільське господарство і лісівництво. Вінниця. 2018. №8. С. 5–13.
- Мокрієнко В. А. Мінеральне живлення кукурудзи. Агроном. №2. 2009. С. 102–104.
- Рослинництво України. Державна служба статистики України. URL: [https://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat\\_u/2022/zb/05/zb\\_rosl\\_2021.pdf](https://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2022/zb/05/zb_rosl_2021.pdf)
- Зовнішньоекономічна діяльність. Державна служба статистики України [https://ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu\\_u/zed.htm](https://ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/zed.htm)
- Паламарчук В. Д., Мазур В. А., Зозуля О. Л. Кукурудза; селекція та вирощування гібридів. Вінниця : Данилюк В. Г., 2011. 432 с.
- Паламарчук В. Д., Дідур І. М., Колісник О. М., Алексєєв О. О. Аспекти сучасної технології вирощування висококрохмальної кукурудзи в умовах Лісостепу правобережного. Вінниця, ТОВ «Друк». 2020. 536 с.
- Пашенко Ю. М., Борисов В. М., Шишкіна О. Ю. Адаптивні і ресурсозберіжні технології вирощування гібридів кукурудзи : монографія. Дніпропетровськ : Арт-прес, 2009. 224 с.
- Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур : підруч. Львів : НВФ «Українські технології», 2020. 806 с.
- Талавири М. П. Розвиток біорієнтованої економіки на науковій основі. Науковий вісник Ужгородського університету. Сер. Економіка. 2015. Вип. 1 (45). Т. 2. Ужгород. 2015. С. 225–230.
- Циков В. С., Дудка М. І., Шевченко О. М., Носов С. С. Ефективність застосування макро- і мікродобрив при вирощуванні кукурудзи. Зернові культури. Т. 1. № 1. 2017. С. 75–79.

25. Bennetzen J. L., Hake Sarah C. Handbook of Corn: Its Biology. Springer Science – Business Media, 2009. 146 p.

#### REFERENCES:

- Horodnii M. M. (2003). Ahrokhimiia: pidruchnyk. [Agrochemistry]. Kyiv : Alefa, 2003. 775. [in Ukrainian]
- Hudz V. P., Lisoval A.P., Andriienko V.O. (1995). Zemlerobstvo z osnovamy hruntoznastva i ahrokhimii. Navchalnyi posibnyk [Agriculture with the basics of soil science and agrochemistry. Tutorial] K. Vyshcha shkola. 312. [in Ukrainian]
- Dudka M. I., Yakunin O. P., Pustovy S. I. (2020) Vplyv pozakorenevoho pidzhyvlennia na formuvannia zernovoi produktyvnosti kukurudzy za vyroshchuvannia yii pislia soniashnyku [The influence of foliar feeding on the formation of grain productivity of corn when grown after sunflower]. Taurian Scientific Herald. Series of agricultural sciences Tavriiskyi naukovyi visnyk. Seriiia silskohospodarski nauky. 2020. № 115. 42-48. [in Ukrainian]
- 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]
- Zavertaliuk V. F. (2001) Reaktsiia hibrydiv kukurudzy na riven mineralnoho zhyvlennia i hustotustoiannia roslyn. [Reaction of corn hybrids to the level of mineral nutrition and plant density]. Bulletin of the Institute of Grain Management of the Ukrainian Academy of Sciences. 17. 70–72. [in Ukrainian]
- Zaitsev O., Kovalov V. (2003) Rozshyrennia ploshch vyroshchuvannia zernovoi kukurudzy v Ukraini – nahalna potreba sohodnishnoho dnia. [Expansion of grain corn cultivation areas in Ukraine is an urgent need today]. Offer. 11. 53. [in Ukrainian]
- Zubets M. V. (2004) Naukovi osnovy ahropromyslovoho vyrobnytstva v zoni Stepu Ukrainy. [Scientific foundations of agro-industrial production in the Steppe zone of Ukraine]. Kyiv. Agrarian. Science. 844. [in Ukrainian]
- Kalenska S. M., Taran V. H., Danyliv P. O. (2017). Rozvytok korenevoi systemy kukurudzy na rannikh etapakh rozvytku [Development of the root system of corn in the early stages of development]. Scientific Bulletin of the National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine. Series Agronomy. 269. 10–17. [in Ukrainian]
- Kalenska S. M., Hovenko R. V. (2019) Osoblyvosti formuvannia roslyn kukurudzy zalezchno vid udobrennia, hibrydu ta meteorolohichnykh chynnykiv [Peculiarities of the formation of corn plants depending on fertilizer, hybrid and meteorological factors]. Theses of the report. III International Science-Pract. conf. “Vegetation of the 21st century: challenges and innovations. On the occasion of the 120 th anniversary of the Department of Crop Production of the National Academy of Sciences of Ukraine. 84–85. [in Ukrainian]
- Kalenska S. M., Yermakova L. M., Krestianinov Ye. 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 Herald. Issue 106: “Helvetyka” Publishing House. 63–69. [in Ukrainian]
- Kiver V. Kh., Halechko I. D., Lebid Ye. M., Pabata I. A. (1995) Normy, sposoby ta stroky vnesennia dobyrv pid kukurudzu na zroshenni. [Norms, methods and terms of applying fertilizers under irrigation corn]. Energy-saving technologies for growing grain crops in the Steppe of Ukraine. Dnipropetrovsk: Porogy. 61–66. [in Ukrainian]
- Lavrynenko Yu. A., Hozh O. A. (2016) Rist i rozvytok roslyn hibrydiv kukurudzy FAO 180-340 za vplyvu rehu-liatoriv rostu i mikrodozobryv v umovakh zroshennia na pivdni Ukrainy. [Growth and development of plants of maize hybrids FAO 180-340 under the influence of growth regulators and microfertilizers under irrigation conditions in the south of Ukraine]. Irrigated agriculture. 65. 128–131. [in Ukrainian]
- Lykhochvor V. V., Prots R. R. (2002) Kukurudza: navchalno-praktychne vydannia. [Maize: educational-practical]. Edition. Lviv: Ukrainian. Technologies. 48. [in Ukrainian]
- Mazur V. A., Shevchenko N. V. (2017) Vplyv tekhnolohichnykh pryiomiv vyroshchuvannia na formuvannia yakisnykh pokaznykiv zerna kukurudzy. [The influence of technological techniques cultivation for the formation of quality indicators of corn grain]. Collection scientific works of VNAU. Agriculture and forestry. 6. 7–13. [in Ukrainian]
- Mazur V. A., Tsyhanska O. I., Shevchenko N. V. (2018) Vysota roslyn kukurudzy zalezchno vid tekhnolohichnykh pryiomiv vyroshchuvannia. Silske gospodarstvo i lisivnytstvo. [The height of corn plants depending on the technological methods of cultivation]. Agriculture and forestry. Vinnitsa. 8. 5–13. [in Ukrainian]
- Mokriienko V. A. (2009) Mineralne zhyvlennia kukurudzy. [Mineral nutrition of corn]. Agronomist. 2. 102–104. [in Ukrainian]
- Roslynyntstvo Ukrainy. [Plant growing Ukrainians]. State Statistics Service of Ukraine. URL: [https://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat\\_u/2022/zb/05/zb\\_rosl\\_2021.pdf](https://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2022/zb/05/zb_rosl_2021.pdf) [in Ukrainian]
- Zovnishnia torhivlia. [Foreign trade]. State Statistics Service of Ukraine. URL: [https://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2022/zd/e\\_iovt/arh\\_iovt2022.htm](https://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2022/zd/e_iovt/arh_iovt2022.htm) [in Ukrainian]
- Palamarchuk V. D., Mazur V. A., Zozulia O. L. (2011) Kukurudza; selektsiia ta vyroshchuvannia hibrydiv. [Corn; selection and breeding of hybrids]. Vinnytsia: Danyliuk V. G.. 432 p. [in Ukrainian]
- Palamarchuk V. D., Didur I. M., Kolisnyk O. M., Aliksieiev O. O. (2020) Aspekty suchasnoi tekhnolohii vyroshchuvannia vysokokrokhmalnoi kukurudzy v umovakh Lisostepu pravoberezhnoho. [Aspects of the modern technology of growing high-starch corn in the conditions of the right-bank forest-steppe]. Vinnytsia, LLC «Druk». 536. [in Ukrainian]
- Pashchenko Yu. M., Borysov V. M., Shyshkina O. Yu. (2009) Adaptivni i resursozberezhni tekhnolohii vyroshchuvannia hibrydiv kukurudzy: monografiiia. [Adaptive and resource-saving technologies for growing corn hybrids: monograph]. Dnipropetrovsk: Art-press, 2009. 224 p [in Ukrainian]
- Petrychenko V. F., Lykhochvor V. V. (2020) Roslynyntstvo. 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. Talavyria M. P. (2015) Rozvytok biorientovanoi ekonomiky na naukovi osnovi. [Development of bio-oriented economy on scientific basis]. Scientific Bulletin of Uzhhorod University. Series. Economy, 1 (45), T. 2, 225–230. [in Ukrainian]
24. Tsykov V. S., Dudka M. I., Shevchenko O. M., Nosov S. S. (2017) Efektyvnist zastosuvannia makro- i mikrodobryv pry vyroshchuvanni kukurudzy [Effectiveness of using macro- and micro-fertilizers when growing corn]. Cereal crops. 1. 75–79. [in Ukrainian]
25. Bennetzen J. L., Hake Sarah C. (2009) Handbook of Corn: Its Biology. Springer Science – Business Media. 146.

**Сеник І.І., Оничко В.І., Наумов Є.О. Динаміка висоти рослин кукурудзи залежно від форм і норм внесення азотних добрив в умовах Північного Сходу України**

У статті наведено результати досліджень щодо вивчення впливу різних форм та норм внесення азотних добрив на динаміку висоти кукурудзи в умовах північного сходу України. Виявлено найкращі параметри використання мінеральних добрив в удобренні кукурудзи.

**Мета** – встановити вплив удобрення на динаміку лінійного росту кукурудзи в умовах північного сходу України.

**Методи.** Дослідження проводилось відповідно до загальноприйнятих методик в польовому досліді, на полях Писарівського відділення Сумського регіонального управління СТОВ «Дружба-Нова» Сумської області, де впродовж 2019–2021 років вивчалися технологічні заходи вирощування кукурудзи на зерно.

**Результати.** Встановлено, що висота рослин кукурудзи за фазами вегетації змінювалася залежно від форм мінерального азоту. На початкових етапах органогенезу (фаза V8) лінійні розміри рослин кукурудзи найбільшими були при використанні добрива КАС-32, в якому азот міститься у трьох формах, одна з яких нітратна, є найбільш швидкодіючою. Висота рослин при цьому становила 80,9–88,5 см залежно від норми внесення мінерального азоту.

У більш пізніх фазах вегетації VT та R6 найбільшою висотою відзначилися варіанти із використанням в якості азотного добрива безводного аміаку, на яких зазначений показник знаходився на рівні

Найбільші лінійні розміри рослин кукурудзи у фазі VT відмічено при використанні безводного аміаку 250,0–266,1 см. Варіанти із внесенням карбаміду забезпечили висоту рослин на рівні 248,8–263,3 см, а при використанні КАС-32 вони становили 242,5–249,3 см залежно від норми внесення мінерального азоту.

На основі проведених трирічних досліджень, встановлено, що висота рослин кукурудзи перебувала у прямій кореляційній залежності від норми внесення мінерального азоту. Найбільшою вона була на варіантах із максимальними нормами нітрогену – 210 кг/га. При внесенні безводного аміаку на зазначеному варіанті досліді вона становила 6,12 см у фазу V3, 87,1 см у фазу V8, 266,1 см VT та 268,9 см у період молочно-воскової стиглості. При використанні карбаміду зазначені показники знаходилися на рівні відповідно 6,01 см, 86,6 см, 263,3 та 266,0 см. На варіантах із внесенням

КАС-32 висота рослин у фазі V3 становила 6,25 см, у фазі V8 – 87,5 см, у фазі VT – 249,3 см та 251,5 см у фазі R6.

**Висновки.** На основі проведених трирічних досліджень, встановлено, що висота рослин кукурудзи перебувала у прямій кореляційній залежності від норми внесення мінерального азоту. Найбільшою вона була на варіантах із максимальними нормами нітрогену – 210 кг/га, а найменшою при застосуванні 90 кг/га д.р. азоту.

**Ключові слова:** кукурудза, удобрення, азотні добрива, висота рослин, карбамід, КАС, безводний аміак.

**Senyk I.I., Onychko V.I., Naumov Ye.O. The dynamics of the height of corn plants depending on the forms and rates of nitrogen fertilization in the conditions of Northeastern Ukraine**

The article presents the results of research on the influence of different forms and rates of nitrogen fertilizer application on the dynamics of corn height in the conditions of northeastern Ukraine. The best parameters for the use of mineral fertilizers in corn fertilization have been revealed.

**The goal** is to establish the influence of fertilizer on the dynamics of linear growth of corn in the conditions of northeastern Ukraine.

**Methods.** The research was conducted in accordance with generally accepted methods in the field research, in the fields of the Pysariv department of the Sumy regional management of the LLC "Druzhba-Nova", Ltd of the Sumy region, where during 2019–2021 the technological measures of growing corn for grain were studied.

**The results.** It was established that the height of corn plants during the vegetation phase varied depending on the forms of mineral nitrogen. At the initial phases of organogenesis (phase V8), the linear dimensions of corn plants were the biggest when using carbamide-ammonia mixture UAN-32 fertilizer, which contains nitrogen in three forms, one of which is nitrate, which acts the fastest. The height of the plants was 80.9–88.5 cm, depending on the rate of mineral nitrogen application.

In the later phases of the vegetation VT and R6, the variants with the use of anhydrous ammonia as a nitrogen fertilizer were the highest in which the specified indicator was at the level of.

The largest linear dimensions of corn plants in the VT phase were noted when using anhydrous ammonia of 250.0–266.1 cm. The variants with the introduction of carbamide ensured plant height at the level of 248.8–263.3 cm, and when using carbamide-ammonia mixture UAN-32 they were 242.5–249.3 cm depending on the rate of mineral nitrogen application.

Based on the conducted three-year research, it was established that the height of corn plants was directly correlated with the rate of mineral nitrogen application. It was the largest on variants with the maximum nitrogen rates – 210 kg/ha. When anhydrous ammonia was added to the specified variant of the experiment, it was 6.12 cm in the V3 phase, 87.1 cm in the V8 phase, 266.1 cm in VT and 268.9 cm in the period of milk-wax ripeness. When using carbamide, the specified indicators were at the level of 6.01 cm, 86.6 cm, 263.3 and 266.0 cm. On the variants with the application of carbamide-ammonia mixture UAN-32, the height of the plants in the V3 phase was 6.25 cm, in the

V8 phase – 87.5 cm, in the VT phase – 249.3 cm and 251.5 cm in the R6 phase.

**Conclusions.** Based on the conducted three-year research, it was established that the height of corn plants was directly correlated with the rate of mineral nitrogen

application. It was the largest on the variants with the maximum nitrogen rates – 210 kg/ha, and the smallest when using 90 kg/ha of nitrogen

**Key words:** corn, fertilizers, nitrogen fertilizers, plant height, urea, UAN, anhydrous ammonia.