

ВПЛИВ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ НА УРОЖАЙНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ, КУКУРУДЗИ ТА РІПАКУ ОЗИМОГО З ВИКОРИСТАННЯМ ІНГІБІТОРА НІТРИФІКАЦІЇ ЗА ПОЄДНАНОГО ВИКОРИСТАННЯ З КАС-32

МУНТЯН С.В. – кандидат сільськогосподарських наук

orcid.org/0000-0002-8933-9283

Інститут водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України

ФЕДОРЧУК М.І. – доктор сільськогосподарських наук, професор

orcid.org/0000-0001-7028-0915

Миколаївський національний аграрний університет

Постановка проблеми. Найбільш відчутні кліматичні зміни у світі відбулися за остання декілька десятиліть такі як підвищення середньої температури, і, як результат, більш інтенсивне таїння льодовиків з підвищенням рівня світового океану, зниження опадів, опустелення та ін., які пов'язують з підвищенням рівнів викиду вуглецю в результаті технологічного прогресу людства. За останніми оцінками найбільшими забруднювачами атмосфери парниковими газами є промисловість (51%), транспорт (25%), нагрів промислових та соціальних об'єктів (11%), агропромисловий комплекс (8%) та інше (5%). В розрізі безпосередньо агропромислового комплексу найбільшими джерелами викидів парникових газів є тваринництво (60%), використання добрив (30%) та інші викиди (10%) [1; 2; 3]. Що стосується використання добрив то основним джерелом накопичення та викидів парникових газів є використання саме азотних добрив через втрати в процесах амоніфікації, нітрифікації та денітрифікації та вирішальними моментами є саме використання норм азотних добрив та використання інгібіторів для захисту азоту від втрат [4; 5; 6; 7]. Інгібітори офіційно регулюються на законодавчому рівні. А саме регулювання щодо інгібітору нітрифікації 3,4-диметилпіразолфосфат було запроваджене рішенням регуляторної комісії Європейського Союзу № 1257/2014, що коригує впорядкування ЄС № 2003/2003 Європейського Парламенту та Ради стосовно добрив та зміни доповнень I та IV від 24.11.2014 [8].

Безпосередньо в Україні проблемою зміни клімату та оцінкою окремими його характеристиками таких як температура та зволоження проводяться під егідою та керівництвом Міністерства охорони навколишнього середовища. Результати роботи викладенні в національних повідомленнях. Також Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут (УкрНДГМІ) наряду з усіма галузями народного господарства приділяє також увагу питанням щодо впливу змін клімату на продуктивність агроєкосистем в т. ч. урожайність та валові збори зернових культур [9; 10].

Виробництво зернових культур в умовах змін клімату та різних метеорологічних умов вивчалася зарубіжними та вітчизняними вченими [11; 12; 13; 14; 15; 16; 17]. Погодні умови насамперед такі як зволоження, температура суттєво впливають на продуктивність зернових культур в першу чергу пшениці озимої та кукурудзи [18; 19; 20]. Що стосується безпосередньо умов виро-

щування зернових культур в Україні здійснено аналіз впливу метеорологічних факторів на врожайність зернових культур в різних регіонах нашої країни. Відзначено, що вирішальне значення для майбутньої врожайності мають погодні умови саме квітня, травня і червня. До речі, схожий висновок було отримано у дослідженні залежності врожайності пшениці від кліматичних факторів у Ірландії [12; 20].

На вивчення впливу кліматичних умов та метеоданих безпосередньо на урожайність ріпаку озимого приділялось менше уваги. Хоча значення ріпаку в харчовому ланцюгу важко переоцінити так як ріпак є, додатково як компонент для біодизелю, джерелом протеїну, виводування в тваринництві. Звичайно вивчалися питання впливу кліматичних факторів на урожайність ріпаку озимого, також деякі дослідники фокусувалися на вплив кліматичних змін на зараження ріпаку озимого шкідниками [21; 22; 23; 24; 25].

Метою досліджень було встановити вплив метеорологічних умов таких як температура, опади і випаровування та суми активних температур на урожайність пшениці озимої, кукурудзи та ріпаку озимого з використанням інгібітора нітрифікації 3,4-диметилпіразолфосфату при сумісному внесенні з різними нормами карбамідно-аміачною сумішшю (КАС-32).

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили в науково-дослідному пункті СТОВ «Дружба Нова» Варвинського р-ну Чернігівської обл. (відділення агрохолдингу Кернел). Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий малогумусний, орний шар якого характеризується такими основними показниками: уміст гумусу – 3,4%, рН нейтральний і близький до нейтрального – 5,77,0, уміст рухомих форм фосфору – від високого і дуже високого – 15,426,3 мг/100 г ґрунту, обмінного калію – від середнього до високого – 7,116,2 мг/100 г ґрунту, легкогідролізованого азоту – від підвищеного до високого – 5,77,9 мг/100 г ґрунту. Дослідження проводили за схемою однофакторного досліді. Посівна площа дослідної ділянки – на 0,6 га, чергування варіантів – послідовне. Польові досліді закладали й виконували згідно з методикою польових дослідів (Доспехов Б. А., 1985). Облік урожаю проводили методом суцільного збирання та зважування бункерної маси з кожної ділянки з наступним перерахунком на стандартну вологість і засміченість згідно з ДСТУ 224093 у 3-разовій повторності. Математико-статистичне оброблення даних

здійснювали за допомогою програмно-інформаційного комплексу «Agrostat». Метеорологічні спостереження такі як температурний режим, опади і випаровування та суми активних температур фіксувалися за допомогою метеостанції Imetos 3.3.

Згідно рішення регуляторної комісії Європейського Союзу № 1257/2014, що коригує впорядкування ЄС № 2003/2003 Європейського Парламенту та Ради стосовно добрив та зміни доповнень I та IV від 24.11.2014, встановлено норму використання 3,4-диметилпіразолфосфат (ЄС № 424-640-9) як мінімум 0,8% і максимум 1,6%. Отже, 3,4-диметилпіразолфосфат можна застосовувати в межах мінімально 0,8% та максимально 1,6% на амідному NH_2^- та амонійному NH_4^+ формах азоту. Для розрахунку норми використання інгібітора нітрифікації 3,4-диметилпіразолфосфат на КАС-32 брали до уваги те, що на вміст 1000 кг наявного КАС-32 потрібно інгібувати 78 кг амонійного азоту NH_4^+ та 156 кг амідного азоту NH_2^- , що дає в сумі 234 кг амонійного азоту NH_4^+ та амідного азоту NH_2^- , тобто всього азоту для інгібування. Відповідно до регулювання використовували мінімальну норму інгібітора 3,4-диметилпіразолфосфат 0,8% (234 кг азоту. $0,8\% = 1,87$ кг), тому потрібно 1,87 кг ДМПФ за умови 100%-ї його концентрації. Застосовували ДМПФ з концентрацією 24,9%, тому норму 1,87 кг ДМПФ з 100% концентрацією потрібно перевести в концентрацію 24,9% ($1,87 \text{ кг} / 24,9\% = 7,51$ кг ДМПФ з концентрацією 24,9% на 1000 кг КАС-32). Оскільки ДМПФ є рідиною зі щільністю 1,07 кг/л, то для зручності використання в польових умовах потрібно його перевести в л/га ($7,51 \text{ кг} / 1,07 \text{ кг/л} = 7,02$ л ДМПФ на 1000 кг КАС-32). Норма використання інгібітора нітрифікації 3,4-диметилпіразолфосфат на КАС-32 становить 7,02 л на 1000 кг КАС-32. Згідно з наведеною вище калькуляцією розрахункова норма ДМПФ для КАС-32 з нормою 300 кг/га була 2,11 л/га за норми КАС-32, 350 кг/га – 2,45 л/га.

На контрольному варіанті $\text{N}_{10}\text{P}_{30}\text{K}_{40}$ (умовно без азотних добрив) вносилося NPK 7-20-28 нормою 150 кг/га за сівби. По варіантах досліду додатково вносили та гранульований сульфат амонію нормою 100 кг/га по мерзлоталому ґрунту) також за сівби. КАС-32 нормою згідно з варіантами досліду та інгібітор нітрифікації 3,4-диметилпіразолфосфат вносили навесні після відновлення вегетації. В суміші з КАС, інгібітор нітрифікації дає змогу зберегти основний запас мінерального азоту на більш довгий період часу до моменту найбільшої необхід-

ності для рослини. Саме інгібітор нітрифікації в суміші з КАС здатен не тільки пролонгувати використання наявного азоту в ґрунті, але і значно оптимізувати його засвоєння рослинами.

Результати досліджень. Згідно результатів досліджень за період з березня по квітень в 2018 та 2019 роках спостерігалось різке підвищення середньодобових температур з $-3,4$ °C та $3,3$ °C до $11,3$ °C та $10,4$ °C, що негативно впливало на оптимальний розвиток озимих культур на відрізок весняного відновлення вегетації (табл. 1).

У цей самий період в 2020 та 2021 роках характеризувався більш м'яким наростанням температур з $5,8$ °C та $1,3$ °C до $8,1$ °C та $7,0$ °C, що в свою чергу дало можливість озимим оптимально розвиватись до необхідних фаз без скорочення періоду весняного відновлення вегетації. Період з червня по вересень по всім рокам характеризувався стабільним показником середньодобових температур, з частковою присутністю надмірно високих показників, але вони не мали постійного характеру та не критично впливали на типовий розвиток рослин.

Сума всіх активних температур (табл. 2) як правило рахується як сума всіх температур що більше $+10$ °C. Але це система зроблена під просапні культури. В нашому випадку ми враховували суми активних температур починаючи з $+5$ °C тому що такий підрахунок підходить також і під озимі культури, їх фізіологічний старт починається з $+5$ °C.

Загальна кількість суми активних температур за 2018 рік була найвищою та на кінець вегетації у вересні місяці складала $2321,9$ °C. На кінець вегетації у вересні сума активних температур знижувалась по роках з $2275,0$ °C у 2019 році до $2131,1$ °C у 2020 році та до $2070,0$ °C у 2021 році.

Відносно опадів (табл. 3), в 2018 році період з березня по травень характеризувався малою кількістю опадів та запасеної в ґрунті вологи $68,2$, $87,6$ та $130,0$ мм відповідно, що негативно вплинуло як на період весняного відновлення вегетації озимих, так і на умови для посіву ярих культур. На кінець вегетації в вересні 2018 року кількість опадів була найнижчою по роках досліджень та складала $309,0$ мм.

Починаючи з 2019 року по 2020 рік кількість опадів та кількість продуктивної вологи в ґрунті в період з березня по травень трималась в межах низького оптимуму для всіх груп культур ($198,4$ – $222,8$ – $258,2$ мм в 2019 році та

Таблиця 1

Середньодобова температура, в середньому по місяцям (2018–2021 рр.), °C

Місяць	Середньодобова температура, °C			
	2018 рік	2019 рік	2020 рік	2021 рік
Березень	-3,4	3,3	5,8	1,3
Квітень	11,3	10,4	8,1	7,0
Травень	18,3	17,4	12,7	14,4
Червень	19,6	22,7	22,1	20,7
Липень	20,8	18,6	20,0	23,2
Серпень	19,9	18,7	18,9	20,2
Вересень	15,4	13,6	15,4	11,5

Таблиця 2

Сума активних температур, в середньому по місяцям (2018–2021 рр.), °С

Місяць	Сума активних температур, °С			
	2018 рік	2019 рік	2020 рік	2021 рік
Березень	0,0	0,0	67,0	5,9
Квітень	193,4	188,5	170,2	75,7
Травень	588,6	573,9	407,6	367,9
Червень	1021,3	1010,4	920,8	839,3
Липень	1560,7	1500,3	1387,3	1403,6
Серпень	1995,8	1963,6	1818,2	1875,6
Вересень	2321,9	2275,0	2131,1	2070,0

Таблиця 3

Кількість опадів в середньому по місяцям по рокам досліджень (2018–2021 рр.), мм

Місяць	Кількість опадів, мм			
	2018 рік	2019 рік	2020 рік	2021 рік
Березень	68,2	198,4	133,0	196,3
Квітень	87,6	222,8	168,0	241,7
Травень	130,0	258,2	252,0	327,1
Червень	208,6	275,4	286,4	359,3
Липень	261,8	315,2	322,0	444,7
Серпень	269,4	325,2	329,8	499,1
Вересень	309,0	341,8	343,8	590,9

Таблиця 4

Урожайність пшениці озимої, кукурудзи та ріпаку озимого залежно від використання різних норм азотних добрив з додаванням інгібітора нітрифікації (2018–2021 рр.), ц/га

Варіант	Урожайність, ц/га				Середня урожайність 2018-2021, ц/га
	2018	2019	2020	2021	
Пшениця озима					
N ₁₀ P ₃₀ K ₄₀ (фон)	37,2	36,3	37,7	38,3	37,4
Фон+N ₁₀₀ +ІН	80,0	50,5	72,0	48,1	62,7
Фон+N ₁₂₀ +ІН	81,4	51,0	72,5	47,2	63,0
Фон+N ₁₂₀	74,0	46,4	68,5	45,0	58,5
НІР ₀₅	1,33	1,86	2,03	2,49	–
Кукурудза					
N ₁₀ P ₃₀ K ₄₀ (фон)	86,0	72,0	81,7	85,7	81,4
Фон+N ₁₂₀ +ІН	110,2	82,7	85,1	111,9	97,5
Фон+N ₁₃₀ +ІН	105,9	88,9	86,6	99,5	95,2
Фон+N ₁₃₀	99,7	77,5	83,8	97,7	89,7
НІР ₀₅	8,87	3,35	2,91	2,75	–
Ріпак озимий					
N ₁₀ P ₃₀ K ₄₀ (фон)	31,2	–	22,1	21,1	24,8
Фон+N ₁₂₀ +ІН	37,0	–	27,9	27,0	30,6
Фон+N ₁₃₀ +ІН	38,5	–	29,8	26,6	31,6
Фон+N ₁₃₀	34,5	–	23,1	26,0	27,9
НІР ₀₅	3,12	–	2,66	3,63	–

133,0–168,0–252,0 мм в 2020 році). На кінець вегетації в вересні в 2019 та 2020 роках кількість опадів була майже на тому ж самому рівні та складала 341,8 мм та 343,8 мм. В 2021 році період з березня по травень кількість опадів була дещо вищою в порівнянні з попередніми роками і трималась в межах 196,3–241,7–327,1.

Також сума опадів була на кінець вегетації у вересні 2021 року була найвищою по роках досліджень та становила 509,9 мм.

По 2018–2021 роках досліджень (табл. 4) на пшениці озимій найвища урожайність спостерігалась в 2018 році. Так по варіантах досліду урожайність складала 37,2 ц/га,

80,0 ц/га, 81,4 ц/га та 74,0 ц/га. Дещо нижчою урожайність була в 2020 році по варіантах дослідів відповідно 37,7 ц/га, 72,0 ц/га, 72,5 ц/га та 68,5 ц/га. Урожайність пшениці озимої в 2019 та 2021 роках була на рівень нижчою в порівнянні з 2018 та 2020 роками та становила по варіантах дослідів в 2019 році: 36,3 ц/га, 50,5 ц/га, 51,0 ц/га та 46,4 ц/га та в 2021 році: 38,3 ц/га 48,1 ц/га 47,2 ц/га та 45,0 ц/га. На кукурудзі прослідковувалась дещо інша тенденція. Урожайність була найвищою в 2018 та 2021 роках та становила по варіантах дослідів в 2018 році 86,0 ц/га, 110,2 ц/га, 105,6 ц/га та 99,7 ц/га та в 2021 році 85,7 ц/га, 111,9 ц/га, 99,5 ц/га та 97,7 ц/га. Урожайність кукурудзи була нижчою в 2019 та 2020 роках та була відносно на одному рівні в ці два роки. Так в 2019 році по варіантах дослідів урожайність становила 72,0 ц/га, 82,7 ц/га, 88,9 ц/га та 77,5 ц/га, в 2020 році урожайність відповідно становила 81,7 ц/га, 85,1 ц/га, 86,6 ц/га та 83,8 ц/га. Урожайність по ріпаку озимому була найвища в 2018 році та становила по варіантам дослідів 31,2 ц/га, 37,0 ц/га 38,5 ц/га та 34,5 ц/га. В 2019 році дослідів на ріпаку не проводились із-за технологічних причин

В цілому по всім рокам досліджень 2018–2021 найвища урожайність по пшениці озимій, кукурудзі та ріпаку озимому була на найвищому рівні в 2018 році. По інших рокам такої загальної тенденції не спостерігалось, по пшениці озимій та ріпаку озимому урожайність була високою відносно інших років також в 2020, по кукурудзі в 2021 відповідно.

Висновки. В результаті дослідів в 2018–2021 роках по використанню інгібітора нітрифікації сумісно з різними нормами (КАС-32) найвища урожайність спостерігалась в 2018 році по пшениці озимій (37,2 ц/га, 80,0 ц/га, 81,4 ц/га та 74,0 ц/га), кукурудзі (86,0 ц/га, 110,2 ц/га, 105,6 ц/га та 99,7 ц/га) та ріпаку озимому (31,2 ц/га, 37,0 ц/га 38,5 ц/га та 34,5 ц/га). Вища врожайність в 2018 році по всім досліджуваним культурам корелюється в більшій мірі з сумою активних температур яка на кінець вегетації у вересні була найвищою по роках досліджень та складала 2321,9°C.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Office of Research and Development National Center for Environmental Assessment. Integrated science assessment for oxides of nitrogen – Health criteria. North Carolina: United States Environmental Protection Authority, 2016. EPA/600/R-15/068.
- Cheremisinoff, P. N., Young R.A., Air Pollution Control and Design Handbook. s.l.: M Dekker, 1977. Vol. 2. P. 672–673.
- Boulter, P.G, Borken-Kleefeld, J., Ntziachristos, L., Vianna M. Urban Air Quality in Europe. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, Handbook of Environmental Chemistry. 2013. Vol. 26. P. 31–54.
- Панченко Л.С., Букін Є.В., Комарова Л.А., Желтоножський В. А. Еколого-економічний аналіз використання азотних добрив у виробництві кукурудзи в Україні. Аграрний вісник Дніпропетровської області, 2018. т.1, № 64. С. 67–72.
- Xu G., Fan X., Miller A. J. Plant nitrogen assimilation and use efficiency. Annual Review of Plant Biology. 2012. Vol. 63. P. 153–182.
- Chunlian Q., Lingli L., Shuijin H. et al. How inhibiting nitrification affects nitrogen cycle and reduces environmental impacts of anthropogenic nitrogen input. Global Change Biology. 2015. Vol. 21, No.3–5. P. 1249–1257. doi: 10.1111/gcb.12802.
- Legg J. O., Allison F. E. A tracer study of nitrogen balance and residual nitrogen availability with 12 soils. Soil Sei. Soc. Amer. Proc. 1967. Vol. 31, No. 3. P. 403–406.
- Commission regulation (EU) № 1257/2014 amending Regulation (EC) No. 2003/2003 of the European Parliament and of the Council relating to fertilizers for the purposes of adapting Annexes I and IV. 2014. P. 12.
- Pachauri R. K., Raizinher A. IPCC, 2007: Climate change, 2007: General report. Contribution of working groups I, II, III in forth report on evaluation of Intergovernmental experts group on climate change. IPCC, Geneva, Switzerland, 2007. 104 p.
- Тараріко О.Г., Сиротенко О.В., Ільєнко Т.В., Величко В.А. Космічний моніторинг посушливих явищ. Вісник аграрної науки, 2012. № 10. С. 16–20.
- Мюллер Д., Юнгандреас А., Кох Ф. Вплив кліматичних змін на виробництво пшениці в Україні. Німецько-український агрополітичний діалог. Київ, 2016. 45 с.
- Грицюк П. М., Бачишина Л. Д. Вплив зміни кліматичних умов на динаміку врожайності зернових в Україні. Економіка України, 2016, № 6 (655). С. 68–75.
- Asseng, S, Foster, I., Turner, N. C. The impact of temperature variability on wheat yields. Glob. Change Biol. 2011. Vol. 17. P. 997–1012.
- Кобченко Ю.Ф., Кобченко О.Ю., Резуненко В.А. Вплив погодних факторів на формування урожаю зернових культур у Харківській області. Вісник Харківського національного університету, 2014. № 1098. С. 86–91.
- Ray, D.R.; Gerber, J.S.; MacDonald, G.K.; West, P.C. Climate Variation Explains a Third of Global Crop Yield Variability. Nat. Commun. 2015. Vol. 6. P. 1–9.
- Scealy, R.; Newth, D.; Gunasekera, D.; Finnigan, J. Effects of Variation in the Grains Sector Response of Climate Change: An Integrated Assessment. Econ. Pap. J. Appl. Econ. Policy. 2012. Vol. 31. P. 327–336.
- Butler, E.E.; Huybers, P. Adaptation of US Maize to Temperature Variations. Nat. Clim. Chang. 2013. Vol. 3. P. 68–72.
- Каленська С. М., Таран В. А. Індекс урожайності гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин, норм добрив та погодних умов вирощування. Вивчення та захист сортів рослин, 2018, т.14, № 4. С. 141–149.
- Ma B. L., Dwyer L. M. Nitrogen management for improving corn yield and nitrogen use efficiency in cool, humid regions. Agronomy Journal. 2015. Vol. 107, No. 2, P. 779–788.
- J. Lee, M. J. Connaughton. Effects of Weather on Wheat Yields. Irish Journal of Agricultural Research. 1969. Vol. 8, No. 3. P. 349–357.
- Zhang, T., Zhu, J., Yang, X., Zhang, X. Correlation Changes between Rice Yields in North and Northwest China and ENSO from 1960 to 2004. Agric. For. Meteorol. 2008. Vol. 148. P. 1021–1033.
- Zhang, T., Zhu, J., Wassmann, R. Responses of Rice Yields to Recent Climate Change in China: An Empirical Assessment Based on Long-term Observations at Different Spatial Scales (1981–2005). Agric. For. Meteorol. 2010. Vol.150. P. 1128–1137.

23. Evan, N., Butterworth, M.H., Baierl, A., Semenov, M.A., West, J.S. The Impact of Climate Change on Disease Constraints on Production of OSR. *Food Secur.* 2010. Vol. 2. P. 143–156.
24. He, Y.Q., Leng, B.F., Feng, Z.C. The Impact of Climate Factors on OSR Production in Hubei, China by Using Translog Production Function. *Res. Sci.* 2015. Vol.37. P. 1465–1473.
25. Zhang, S. J., Wang, H. Z. Adaptation to Climate Change of Chinese OSR Production. *Chin. J. Oil Crop Sci.* 2012. Vol. 34. P. 114–122.

REFERENCES:

1. Office of Research and Development National Center for Environmental Assessment. Integrated science assessment for oxides of nitrogen – Health criteria. North Carolina : United States Environmental Protection Authority, 2016. EPA/600/R-15/068.
2. Cheremisinoff, P. N., Young R.A., Air Pollution Control and Design Handbook. s.l.: M Dekker, 1977. Vol. 2. P. 672–673.
3. Boulter, P G, Borken-Kleefeld, J., Ntziachristos, L., Vianna M. Urban Air Quality in Europe. Berlin Heidelberg : Springer-Verlag, Handbook of Environmental Chemistry. 2013. Vol. 26. P. 31–54.
4. Panchenko L.S., Bukin E.V., Komarova L.A., Zheltonozhsky V.A. Ekologo-ekonomichniy analiz vykorystannia azotnykh dobryv u vyrobnytstvi kukurudzy v Ukraini. [Ecological and economic analysis of nitrogen fertiliser use in maize production in Ukraine]. *Agrarian Bulletin of Dnipropetrovska oblast*, 2018. Vol. 1. № 64. P. 67–72. [in Ukrainian].
5. Xu G., Fan X., Miller A. J. Plant nitrogen assimilation and use efficiency. *Annual Review of Plant Biology.* 2012. Vol. 63. P. 153–182.
6. Chunlian Q., Lingli L., Shuijin H. et al. How inhibiting nitrification affects nitrogen cycle and reduces environmental impacts of anthropogenic nitrogen input. *Global Change Biology.* 2015. Vol. 21, No. 3–5. P. 1249–1257. doi: 10.1111/gcb.12802
7. Legg J. O., Allison F. E. A tracer study of nitrogen balance and residual nitrogen availability with 12 soils. *Soil Sei. Soc. Amer. Proc.* 1967. Vol. 31. No. 3. P. 403–406.
8. Commission regulation (EU) № 1257/2014 amending Regulation (EC) No. 2003/2003 of the European Parliament and of the Council relating to fertilizers for the purposes of adapting Annexes I and IV. 2014. P. 12.
9. Pachauri R.K., Reisinger A. and main authors group. IPCC, 2007: Climate change, 2007: General report. Contribution of working groups I, II, III in forth report on evaluation Intergovernmental experts group on climate change. IPCC, Geneva, Switzerland, 2007. 104 p.
10. Tarariko O.H., Syrotenko O.V., Iliencko T.V., Velychko V.A. Kosmichniy monitorynh posushlyvykh yavlyshch [The impact of climate change on wheat production in Ukraine Space-based monitoring of drought events]. *Visnyk aharnoi nauky.* 2012. No.10. P. 16–20. [in Ukrainian].
11. Miuller D., Yunhandreas A., Kokh F. Vplyv klimatychnykh zmin na vyrobnytstvo pshenytsi v Ukraini. [The impact of climate change on wheat production in Ukraine]. *German-Ukrainian agropolitical dialog.* Kiev, 2016. 45 p. [in Ukrainian].
12. Hrytsiuk P. M., Bachyshyna L. D. Vplyv zminy klimatychnykh umov na dynamiku vrozhaivosti zernovykh v Ukraini. [Impact of climate change on the dynamics of grain yields in Ukraine]. *Economy of Ukraine.* 2016, Vol. 6, No. 655. P. 68–75. [in Ukrainian].
13. Asseng, S, Foster, I., Turner, N. C. The impact of temperature variability on wheat yields. *Glob. Change Biol.* 2011. Vol. 17. P. 997–1012.
14. Kobchenko Yu.F., Kobchenko O.Iu., Rezunenko V.A. Vplyv pohodnykh faktoriv na formuvannia urozhaiu zernovykh kultur u Kharkivskii oblasti. [The influence of weather factors on the formation of grain crops in the Kharkiv region]. *Bulletin of Kharkiv National University.* 2014. No.1098. P. 86–91 [in Ukrainian].
15. Ray, D.R.; Gerber, J.S.; MacDonald, G.K.; West, P.C. Climate Variation Explains a Third of Global Crop Yield Variability. *Nat. Commun.* 2015. Vol. 6. P. 1–9.
16. Scealy, R.; Newth, D.; Gunasekera, D.; Finnigan, J. Effects of Variation in the Grains Sector Response of Climate Change: An Integrated Assessment. *Econ. Pap. J. Appl. Econ. Policy.* 2012. Vol. 31. P. 327–336.
17. Butler, E.E.; Huybers, P. Adaptation of US Maize to Temperature Variations. *Nat. Clim. Chang.* 2013. Vol. 3. P. 68–72.
18. Kalenska S. M., Taran V. A. Indeks urozhainosti hibrydiv kukurudzy zalezno vid hustoty stoiannia roslyn, norm dobryv ta pohodnykh umov vyroshchuvannia. Vychennia ta zakhyst sortiv roslyn. [Yield index of maize hybrids depending on plant density, fertiliser rates and weather conditions. Research and protection of plant varieties]. 2018. Vol.14, No.4. P. 141–149 [in Ukrainian].
19. Ma B. L., Dwyer L. M. Nitrogen management for improving corn yield and nitrogen use efficiency in cool, humid regions. *Agronomy Journal.* 2015. Vol. 107, No. 2, 779–788.
20. J. Lee, M. J. Connaughton. Effects of Weather on Wheat Yields. *Irish Journal of Agricultural Research.* 1969. Vol. 8. No. 3. P. 349–357.
21. Zhang, T., Zhu, J., Yang, X., Zhang, X. Correlation Changes between Rice Yields in North and Northwest China and ENSO from 1960 to 2004. *Agric. For. Meteorol.* 2008. Vol. 148. P. 1021–1033.
22. Zhang, T., Zhu, J., Wassmann, R. Responses of Rice Yields to Recent Climate Change in China: An Empirical Assessment Based on Long-term Observations at Different Spatial Scales (1981–2005). *Agric. For. Meteorol.* 2010. Vol. 150. P. 1128–1137.
23. Evan, N., Butterworth, M.H., Baierl, A., Semenov, M.A., West, J.S. The Impact of Climate Change on Disease Constraints on Production of OSR. *Food Secur.* 2010. Vol. 2. P. 143–156.
24. He, Y.Q., Leng, B.F., Feng, Z.C. The Impact of Climate Factors on OSR Production in Hubei, China by Using Translog Production Function. *Res. Sci.* 2015. Vol. 37. P. 1465–1473.
25. Zhang, S. J., Wang, H. Z. Adaptation to Climate Change of Chinese OSR Production. *Chin. J. Oil Crop Sci.* 2012. Vol. 34. P. 114–122.

Мунтян С.В., Федорчук М.І. Вплив метеорологічних умов на урожайність пшениці озимої, кукурудзи та ріпаку озимого з використанням інгібітора нітрифікації за поєднаного використання з КАС-32

Метою було встановити вплив метеорологічних умов таких як температура, опади і випаровування та суми активних температур на урожайність пшениці озимої, кукурудзи та ріпаку озимого з використанням інгібітора нітрифікації 3,4-диметилпіразолфосфату при сумісному внесенні з різними нормами карбамідно-аміачною сумішшю (КАС-32).

Методи. Впродовж 2018-2021 рр. проводили дослідження в умовах науково-дослідного пункту СТОВ «Дружба Нова» Варвинського р-ну Чернігівської обл. (відділення агрохолдингу Кернел) на чорноземі типовому малогумусному. Однофакторний дослід. Контрольний варіант $N_{10}P_{30}K_{40}$ (умовно без азотних добрив). КАС-32 нормою згідно з варіантами дослідів, інгібітор нітрифікації 3,4-диметилпіразолфосфат вносили навесні після відновлення вегетації, відповідно варіанти дослідів (Фон+ N_{100} +ІН, Фон+ N_{120} +ІН, Фон+ N_{120} , Фон+ N_{120} +ІН, Фон+ N_{130} +ІН та Фон+ N_{130}).

Результати. Згідно результатів досліджень за період з березня по квітень в 2018 та 2019 роках спостерігалось різке підвищення середньодобових температур з $-3,4^{\circ}\text{C}$ та $3,3^{\circ}\text{C}$ до $11,3^{\circ}\text{C}$ та $10,4^{\circ}\text{C}$. Загальна кількість суми активних температур за 2018 рік була найвищою та на кінець вегетації у вересні місяці складала $2321,9^{\circ}\text{C}$. Сума опадів була на кінець вегетації у вересні 2021 року була найвищою по роках досліджень та становила $509,9\text{ мм}$.

По 2018–2021 роках досліджень на пшениці озимій найвища урожайність спостерігалась в 2018 році по варіантах дослідів $37,2\text{ ц/га}$, $80,0\text{ ц/га}$, $81,4\text{ ц/га}$ та $74,0\text{ ц/га}$. Дещо нижчою урожайність була в 2020 році по варіантах дослідів відповідно $37,7\text{ ц/га}$, $72,0\text{ ц/га}$, $72,5\text{ ц/га}$ та $68,5\text{ ц/га}$. На кукурудзі урожайність була найвищою в 2018 та 2021 роках та становила по варіантах дослідів в 2018 році $86,0\text{ ц/га}$, $110,2\text{ ц/га}$, $105,6\text{ ц/га}$ та $99,7\text{ ц/га}$ та в 2021 році $85,7\text{ ц/га}$, $111,9\text{ ц/га}$, $99,5\text{ ц/га}$ та $97,7\text{ ц/га}$. Урожайність кукурудзи була нижчою в 2019 та 2020 роках та була відносно на одному рівні в ці два роки. Урожайність по ріпаку озимому була найвища в 2018 році в порівнянні з 2020 та 2021 та становила по варіантах дослідів $31,2\text{ ц/га}$, $37,0\text{ ц/га}$ та $38,5\text{ ц/га}$ та $34,5\text{ ц/га}$. В 2019 році дослідів по ріпаку озимому не проводились.

Висновки. В результаті дослідів в 2018–2021 роках по використанню інгібітора нітрифікації сумісно з різними нормами КАС-32 найвища урожайність спостерігалась в 2018 році по пшениці озимій ($37,2\text{–}81,4\text{ ц/га}$), кукурудзі ($86,0\text{–}110,2\text{ ц/га}$) та ріпаку озимому ($31,2\text{–}38,5\text{ ц/га}$). Вища врожайність в 2018 році по всім досліджуванім культурам корелюється в більшій мірі з сумою активних температур яка на кінець вегетації у вересні була найвищою по роках досліджень та складала $2321,9^{\circ}\text{C}$.

Ключові слова: температура, опади та випаровування, сума активних температур, урожайність, карбамідно-аміачна суміш.

Muntian S.V., Fedorchuk M.I. Impact of meteorological conditions on yield of winter wheat, maize and winter oil seed rape with using nitrification inhibitor with combined application with UAN-32

Purpose. To defined impact of meteorological conditions such as temperature, precipitation and evaporation and sum of active temperature on yield of winter wheat, maize and winter oil seed rape with using nitrification inhibitor 3,4-dimethylpyrazole phosphate applied together with different dosages of urea-ammonia solution (UAN-32).

Methods. During 2018-2021, research was conducted in the conditions of the "Druzhba Nova" scientific research center of the Varvinsky District, Chernihiv Region (department of the Kernel agricultural holding) on typical low-humus black soil. One-factor experiment. Control was $N_{10}P_{30}K_{40}$ (conditionally without nitrogen fertilizers). UAN-32 with dosages according variant of experiments, nitrification inhibitor 3,4-dimethylpyrazole phosphate was applied on spring after vegetation recovery, experiment variants accordingly (control+ N_{100} +NI, control+ N_{120} +NI, control+ N_{120} , control+ N_{120} +NI, control+ N_{130} +NI та control+ N_{130}).

Results. According experiment results on the period from March to April in 2018 and 2019 years was detected sharp average daily temperature increase from $-3,4^{\circ}\text{C}$ and $3,3^{\circ}\text{C}$ up to $11,3^{\circ}\text{C}$ and $10,4^{\circ}\text{C}$. The total sum of active temperature in 2018 was on the highest level and set up in $2321,9^{\circ}\text{C}$ in September on vegetation finishing. The total sum of precipitation was on the highest level in $509,9\text{ mm}$ on September 2019 on the end of vegetation on years of research.

On 2018–2021 years of research the highest yield of winter wheat was in 2018 on variant of experiment $37,2\text{ c/ha}$, $80,0\text{ c/ha}$, $81,4\text{ c/ha}$ and $74,0\text{ c/ha}$. Relatively lower was yield in 2020 on variants of experiment $37,7\text{ c/ha}$, $72,0\text{ c/ha}$, $72,5\text{ c/ha}$ and $68,5\text{ c/ha}$ accordingly. The highest yield was in 2018 and 2021 on maize and set up on variants of experiment in 2018 as $86,0\text{ c/ha}$, $110,2\text{ c/ha}$, $105,6\text{ c/ha}$ and $99,7\text{ c/ha}$ and in year of 2021 $85,7\text{ c/ha}$, $111,9\text{ c/ha}$, $99,5\text{ c/ha}$ and $97,7\text{ c/ha}$. Yield of maize was the lowest in 2019 and 2020 and was relatively on the same level in those two years. Yield of winter oil seed rape was on the highest level in 2018 in comparison with 2020 and 2021 and set up on variants of experiment as $31,2\text{ c/ha}$, $37,0\text{ c/ha}$ and $38,5\text{ c/ha}$ and $34,5\text{ c/ha}$. There was no experiments conducted on winter oil seed rape in 2019. **Conclusions.** Results of experiment in 2018–2021 on using nitrification inhibitor applied together with different dosages of UAN-32 shown that the highest yield was detected on winter wheat in 2018 ($37,2\text{–}81,4\text{ c/ha}$), on maize ($86,0\text{–}110,2\text{ c/ha}$) and on winter oil seed rape ($31,2\text{–}38,5\text{ c/ha}$). The highest yield in 2018 on all researched crops is highly correlated with sum of active temperatures which was the highest in researched years in $2321,9^{\circ}\text{C}$ on the end of vegetation in September.

Key words: temperature, precipitation and evaporation, sum of active temperature, productivity, urea-ammonia solution.