

## НОРМАЛІЗОВАНИЙ ДИФЕРЕНЦІЙНИЙ ВЕГЕТАЦІЙНИЙ ІНДЕКС ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ, РІПАКУ ОЗИМОГО ТА КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМ АЗОТНИХ ДОБРИВ ТА ІНГІБИТОРА НІТРИФІКАЦІЇ

МУНТЯН С.В. – кандидат сільськогосподарських наук

[orcid.org/0000-0002-8933-9283](https://orcid.org/0000-0002-8933-9283)

Інститут водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України

**Постановка проблеми.** Для прогнозування потенційної врожайності сільськогосподарських культур використовують різні методи моніторингу. Враховуючи що посіви розміщуються на великих площах, сучасне вирощування сільськогосподарських культур вимагає віддаленого сканування посівів як передова та досконала технологія менеджменту посівів [1; 2; 3]. Погодні умови, розміщення культур в масиві, стадії росту та розвитку культур значно ускладнюють моніторинг великих площ класичними методами [4; 5; 6; 7; 8]. В останні десятиліття було розроблено та впроваджено цілий ряд вегетаційних індексів які можуть використовуватися як інструмент моніторингу захворювання рослин, забур'янення та прогнозування потенційного врожаю, але найбільшого поширення отримав саме нормалізований диференційний вегетаційний індекс (НДВІ) [9; 10; 11; 12; 13; 14]. Індекс НДВІ фіксує спектри видимого та інфрачервоного випромінювання, що ґрунтується на відбивній здатності хвиль на різних частотах що поглинаються та відстежує покриття вегетативної активної біомаси та її щільність. До того ж індекс НДВІ є оптимальним для прогнозування рівня хлорофілу в рослинах тому що спектр інфрачервоного випромінювання має високу поглинальну здатність саме хлорофілу [15]. Азотні добрива впливають на рівень хлорофілу та мають ключову роль у формуванні врожайності сільськогосподарських культур і тому методи віддаленого моніторингу успішно можуть використовуватися на різних культурах а також на пшениці озимій, ріпаку озимому та кукурудзі [16; 17; 18; 19; 20; 21]. Але в ґрунті відбуваються постійні етапи трансформації азоту в результаті процесів амоніфікації та нітрифікації що призводить до втрат внесеного азоту. Втрати можуть становити до 2530% від загальної кількості азоту що було внесено, в процесі нітрифікації втрати азоту відбуваються в результаті вимиванням нітратів в нижні горизонти ґрунту та в процесі денітрифікації такі втрати відбуваються в результаті випаровування у газоподібних формах [22; 23; 24]. З метою зниження втрат азоту, а саме під час процесу нітрифікації використовують саме інгібітори нітрифікації. Одним із самих ефективних інгібіторів нітрифікації є 3,4-диметилпіразолфосфат (ДМПФ) [25; 26; 27; 28]. Для законодавчого регулювання щодо інгібітору нітрифікації 3,4-диметилпіразолфосфат було запроваджене 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 [29]. Аналізуючи вищевказане можна припустити що вивчення взаємозв'язку між НДВІ

та урожайністю пшениці озимої, ріпаку озимого та кукурудзи залежно від норм азотних добрив та використаням інгібітора нітрифікації є актуальним.

**Метою досліджень було** встановити взаємозв'язок та фактичну кореляцію між рівнем нормалізованого диференційного вегетаційного індексу та урожайністю пшениці озимої, ріпаку озимого та кукурудзи при умові використання різних норм азотних добрив у вигляді КАС-32 з додаванням інгібітора нітрифікації.

**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 пшениці озимої, ріпаку озимого та кукурудзи 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 обрахування даних здійснювали за допомогою програмно-інформаційного комплексу «Agrostat». Нормалізований диференційний вегетаційний індекс (НДВІ) визначався в результаті знімків з супутників WorldView-2, WorldView-3, Geoeye-1 (Maxar USA). Знімки проводилися окремим супутником в залежності від його розміщення та рівня хмарності три рази за вегетаційний період в червні, липні та серпні.

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 інгібітора нітрифікації (ІН) 3,4-диметилпіразолфосфат (ДМПФ) (ЄС № 424-640-9) як мінімум 0,8% і максимум 1,6% [29]. Відповідно до регулювання використовували мінімальну норму ІН ДМПФ у 0,8% на амідному  $\text{NH}_2^-$  та амонійному  $\text{NH}_4^+$  формах азоту. Згідно цієї мінімальної розрахун-

кової норми в 0,8% норма використання ІН ДМПФ на КАС-32 становить 7,02 л на 1000 кг КАС-32.

**Результати досліджень.** Показник НДВІ показує якість та кількість рослин на певній ділянці поля. Він розраховується супутниковими зйомками та залежить від того як рослини відбивають та поглинають світлові хвилі різної довжини.

Стосовно НДВІ пшениці озимої (табл. 1) в середньому за три місяці виміру червень, липень та серпень на варіанті  $N_{10}P_{30}K_{40}$  (фон) НДВІ був на найвищому рівні 0,56 та 0,53 в 2018 і 2020 роках в порівнянні з 0,33 та 0,30 в 2019 і 2021 роках. Схожа тенденція і по інших варіантах досліджу, так на варіанті Фон+ $N_{100}$ +ІН НДВІ складав 0,64 та 0,62 в 2018 і 2020 роках в порівнянні з 0,36 та 0,33 в 2019 і 2021 роках, на варіанті Фон+ $N_{120}$ +ІН НДВІ був на однаковому рівні в 0,65 в 2018 і 2020 роках в порівнянні з 0,36 та 0,33 в 2019 і 2021 роках, на варіанті Фон+ $N_{120}$  НДВІ складав 0,67 та 0,66 в 2018 і 2020 роках в порівнянні з 0,38 та 0,33 в 2019 і 2021 роках.

НДВІ знижується з червня до липня та серпня що є логічним з точки зору розвитку пшениці озимої на протяжці вегетаційного періоду.

Помітно що рівень НДВІ збільшується по мірі збільшення норм внесеного азоту та застосування інгібітора нітрифікації. Так в середньому за три місяці виміру червень, липень та серпень в 2018 році на варіанті  $N_{10}P_{30}K_{40}$  (фон) НДВІ складав 0,56, він підвищувався на варіанті Фон+ $N_{100}$ +ІН до рівня 0,64, підвищувався на варіанті Фон+ $N_{120}$ +ІН до 0,65 та підвищувався на варіанті Фон+ $N_{120}$  до 0,67. Така сама тенденція спостерігалась і в решті років дослідження, так в 2019 році – підвищення по вищевказаними варіантами складало з 0,33 до 0,36, до 0,36 та до 0,38, в 2020 році – підвищення по вищевказаними варіантами складало з 0,53 до 0,62, до 0,65 та до 0,66, та в 2021 році з 0,30 до 0,33 відповідно. Коефіцієнт кореляції НДВІ з урожайністю був високим

на рівні 0,94–0,97 в липні при вимірах НДВІ в липні на всіх варіантах досліджу з підвищеними нормами азотних добрив з використанням інгібітора нітрифікації та без нього.

Відносно НДВІ ріпаку озимого (табл. 2) в середньому за три місяці виміру квітень, травень та червень на варіанті  $N_{10}P_{30}K_{40}$  (фон) в 2018 році НДВІ був найвищий 0,43 в порівнянні з 0,38 та 0,36 в 2020 і 2021 роках.

Схожа тенденція і по інших варіантах досліджу, так на варіанті Фон+ $N_{120}$ +ІН НДВІ складав в 2018 році 0,49 в порівнянні з 0,43 та 0,39 в 2020 і 2021 роках, на варіанті Фон+ $N_{130}$ +ІН НДВІ в 2018 складав 0,51, в порівнянні з 0,45 та 0,40 в 2020 і 2021 роках та на варіанті Фон+ $N_{130}$  НДВІ в 2018 році складав 0,52 в порівнянні з 0,45 та 0,41 в 2020 і 2021 роках.

НДВІ знижується з квітня до травня та червня що є логічним з точки зору розвитку ріпаку озимого на протяжці вегетаційного періоду.

Також прослідковується чітка тенденція підвищення рівня НДВІ по мірі збільшення норм внесеного азоту та застосування інгібітора нітрифікації. Так в середньому за три місяці виміру квітень, травень та червень в 2018 році на варіанті  $N_{10}P_{30}K_{40}$  (фон) НДВІ складав 0,43, він підвищувався на варіанті Фон+ $N_{120}$ +ІН до рівня 0,49, підвищувався на варіанті Фон+ $N_{130}$ +ІН до 0,51 та підвищувався на варіанті Фон+ $N_{130}$  до 0,52. Така сама тенденція спостерігалась і в 2020 році – підвищення по вищевказаними варіантам складало з 0,38 до 0,43, до 0,45 та до 0,45 в 2021 році, з 0,36 до 0,39 до 0,40 та 0,41 в 2021 році відповідно. Коефіцієнт кореляції НДВІ з урожайністю був високим на рівні 0,95-1,0 при вимірах НДВІ в квітні на всіх варіантах досліджу.

Відносно НДВІ кукурудзи (табл. 3) в середньому за три місяці виміру червень, липень та серпень на варіанті  $N_{10}P_{30}K_{40}$  (фон) НДВІ був в дещо вищому рівні 0,61 та 0,63 в 2018 і 2020 роках в порівнянні з 0,58 та 0,52 в 2019

Таблиця 1

**Нормалізований диференційний вегетаційний індекс пшениці озимої залежно від використання різних норм азотних добрив з додаванням інгібітора нітрифікації (2018–2021 рр.)**

Варіанти досліджу	Місяці виміру	Роки дослідження				Коефіцієнт кореляції
		2018	2019	2020	2021	
$N_{10}P_{30}K_{40}$ (фон)	Червень	0,74	0,69	0,71	0,42	-0,67
	Липень	0,49	0,16	0,47	0,23	0,25
	Серпень	0,44	0,13	0,42	0,24	0,38
	Середнє	0,56	0,33	0,53	0,30	-
Фон+ $N_{100}$ +ІН	Червень	0,79	0,74	0,77	0,46	0,71
	Липень	0,57	0,19	0,55	0,25	0,97
	Серпень	0,55	0,16	0,54	0,28	0,93
	Середнє	0,64	0,36	0,62	0,33	-
Фон+ $N_{120}$ +ІН	Червень	0,80	0,74	0,78	0,47	0,75
	Липень	0,59	0,18	0,61	0,25	0,94
	Серпень	0,57	0,15	0,55	0,27	0,93
	Середнє	0,65	0,36	0,65	0,33	-
Фон+ $N_{120}$	Червень	0,82	0,77	0,80	0,48	0,70
	Липень	0,60	0,20	0,61	0,26	0,97
	Серпень	0,58	0,17	0,57	0,26	0,97
	Середнє	0,67	0,38	0,66	0,33	-

і 2021 роках. Така ж сама тенденція прослідковується і по інших варіантах досліджу, так на варіанті Фон+ $N_{120}$ +ІН НДВІ складав 0,65 та 0,66 в 2018 і 2020 роках в порівнянні з 0,62 та 0,55 в 2019 і 2021 роках, на варіанті Фон+ $N_{130}$ +ІН НДВІ був на однаковому рівні в 0,67 в 2018 і 2020 роках в порівнянні з 0,61 та 0,55 в 2019 і 2021 роках, та на варіанті Фон+ $N_{130}$  НДВІ складав 0,69 та 0,68 в 2018 і 2020 роках в порівнянні з 0,61 та 0,55 в 2019 і 2021 роках.

Помітно що НДВІ знижується з червня до липня та серпня що є логічним з точки зору розвитку кукурудзи на протязі вегетаційного періоду.

НДВІ збільшується по мірі збільшення норм внесеного азоту та застосування інгібітора нітрифікації.

Так в середньому за три місяці виміру червень, липень та серпень в 2018 році на варіанті  $N_{10}P_{30}K_{40}$  (фон) НДВІ складав 0,61, він підвищувався на варіанті Фон+ $N_{120}$ +ІН до рівня 0,65, підвищувався на варіанті Фон+ $N_{130}$ +ІН до 0,67 та підвищувався на варіанті Фон+ $N_{130}$  до 0,69. Така сама тенденція спостерігалась і в решті років дослідження, так в 2019 році – підвищення по вищевказаним варіантам складало з 0,58 до 0,62, до 0,61 та до 0,61, в 2020 році – підвищення по вищевказаним варіантам складало з 0,63 до 0,66, до 0,67 та

Таблиця 2

Нормалізований диференційний вегетаційний індекс ріпаку озимого залежно від використання різних норм азотних добрив з додаванням інгібітора нітрифікації (2018–2021 рр.)

Варіанти досліджу	Місяці виміру	Роки дослідження			Коефіцієнт кореляції
		2018	2020	2021	
$N_{10}P_{30}K_{40}$ (фон)	Квітень	0,53	0,46	0,44	0,99
	Травень	0,47	0,41	0,39	0,99
	Червень	0,30	0,28	0,26	0,91
	Середнє	0,43	0,38	0,36	-
Фон+ $N_{120}$ +ІН	Квітень	0,58	0,49	0,48	1,00
	Травень	0,56	0,50	0,43	0,88
	Червень	0,34	0,30	0,27	0,94
	Середнє	0,49	0,43	0,39	-
Фон+ $N_{130}$ +ІН	Квітень	0,60	0,51	0,49	1,00
	Травень	0,58	0,51	0,44	0,97
	Червень	0,35	0,32	0,28	0,94
	Середнє	0,51	0,45	0,40	-
Фон+ $N_{130}$	Квітень	0,61	0,51	0,50	0,95
	Травень	0,59	0,52	0,45	0,72
	Червень	0,35	0,32	0,29	0,72
	Середнє	0,52	0,45	0,41	-

Таблиця 3

Нормалізований диференційний вегетаційний індекс кукурудзи залежно від використання різних норм азотних добрив з додаванням інгібітора нітрифікації (2018–2021 рр.)

Варіанти досліджу	Місяці виміру	Роки дослідження				Коефіцієнт кореляції
		2018	2019	2020	2021	
$N_{10}P_{30}K_{40}$ (фон)	Червень	0,73	0,65	0,72	0,65	0,47
	Липень	0,62	0,62	0,62	0,52	-0,44
	Серпень	0,49	0,48	0,54	0,39	-0,26
	Середнє	0,61	0,58	0,63	0,52	-
Фон+ $N_{120}$ +ІН	Червень	0,77	0,67	0,75	0,72	0,49
	Липень	0,65	0,66	0,66	0,54	-0,67
	Серпень	0,54	0,52	0,58	0,40	-0,61
	Середнє	0,65	0,62	0,66	0,55	-
Фон+ $N_{130}$ +ІН	Червень	0,78	0,67	0,76	0,71	0,42
	Липень	0,67	0,65	0,67	0,54	-0,25
	Серпень	0,56	0,52	0,59	0,40	-0,30
	Середнє	0,67	0,61	0,67	0,55	-
Фон+ $N_{130}$	Червень	0,80	0,65	0,78	0,71	0,55
	Липень	0,69	0,66	0,66	0,53	-0,32
	Серпень	0,57	0,53	0,60	0,40	-0,37
	Середнє	0,69	0,61	0,68	0,55	-

до 0,68, та в 2021 році з 0,52 до 0,55 в 2019, 2020 та 2021 роках відповідно. Коефіцієнт кореляції НДВІ з урожайністю був позитивним але на низькому рівні в межах 0,42–0,55 лише в червні по всіх варіантах дослідів.

Згідно з результатами досліджень урожайність пшениці озимої була різною залежно від років досліджень (табл. 4). Так, урожайність пшениці озимої в усіх варіантах дослідів була вищою в 2018 році в межах 37,2–81,4 ц/га та в 2020 році в межах 37,7–72,5 ц/га. Урожайність в 2020 та в 2021 роках коливалася на нижчому рівні в межах 36,3–51,0 ц/га. НІР<sub>05</sub> складав 1,33 ц/га в 2018 році, 1,86 ц/га в 2019 році, 2,03 ц/га в 2020 році та 2,49 ц/га в 2021 році. Середня врожайність пшениці озимої в усіх варіантах дослідів в 2018–2021 рр. становила в межах 37,4–63,0 ц/га.

Помітно що по всіх роках досліджень 2018–2021 із збільшення врожайності пшениці озимої по варіантах дослідів із збільшенням норми азоту та використання ІН на варіантах дослідів Фон+N<sub>100</sub>+ІН та Фон+N<sub>120</sub>+ІН та з подальшим невеликим зниженням урожайності на варіанті дослідів із максимальною нормою азотних добрив але без використання ІН (Фон+N<sub>120</sub>). Так в 2018 році на контрольному варіанті N<sub>10</sub>P<sub>30</sub>K<sub>40</sub> урожайність становила 37,2 ц/га, вона підвищувалася на варіантах дослідів Фон+N<sub>100</sub>+ІН та Фон+N<sub>120</sub>+ІН до 80,0 ц/га та до 81,4 ц/га відповідно та дещо знижувалася на варіанті дослідів Фон+N<sub>120</sub> до 74,0 ц/га. Така сама тенденція спостерігалась і в інші 3 роки досліджень 2019–2021. Так в 2019 році спостерігалось підвищення врожайності з 36,3 ц/га до 50,5 ц/га та до 51,0 ц/га і незначним зниженням до 46,4 ц/га. Так само в 2020 році підвищення врожайності з 37,7 ц/га до 72,0 ц/га та до 72,5 ц/га і незначним зниженням до 68,5 ц/га і в 2021 році підвищення врожайності з 38,3 ц/га до 48,1 ц/га та до 47,2 ц/га

і незначним зниженням до 45,0 ц/га. В середньому за 4 роки досліджень 2019–2021 урожайність пшениці озимої також збільшувалась від контрольного варіанту N<sub>10</sub>P<sub>30</sub>K<sub>40</sub> (фон) з 37,4 ц/га до 62,7 ц/га та до 63,0 ц/га на варіантах Фон+N<sub>100</sub>+ІН та Фон+N<sub>120</sub>+ІН та в подальшому дещо знижувалась на варіанті дослідів із максимальною нормою азотних добрив але без використання ІН (Фон+N<sub>120</sub>) до 58,5 ц/га.

Результати досліджень урожайності ріпаку озимого була різною залежно від років досліджень. (табл. 5). Так, урожайність ріпаку озимого в усіх варіантах дослідів була вищою в 2018 в межах 31,2–38,5 ц/га. Урожайність в 2020 та в 2021 роках була нижчою та коливалася на рівні 21,1–29,8 ц/га. НІР<sub>05</sub> складав 3,12 ц/га в 2018 році, 2,66 ц/га в 2020 році та 3,63 ц/га в 2021 році. Середня врожайність ріпаку озимого в усіх варіантах дослідів в 2018–2021 рр. становила в межах 24,8–31,6 ц/га.

Прослідковується чітка тенденція по всіх роках досліджень 2018–2021 із збільшення врожайності ріпаку озимого по варіантах дослідів із збільшенням норми азоту та використання ІН на варіантах дослідів Фон+N<sub>120</sub>+ІН та Фон+N<sub>130</sub>+ІН та з подальшим невеликим зниженням урожайності на варіанті дослідів із максимальною нормою азотних добрив але без використання ІН (Фон+N<sub>130</sub>). Так в 2018 році на контрольному варіанті N<sub>10</sub>P<sub>30</sub>K<sub>40</sub> урожайність становила 31,2 ц/га, вона підвищувалася на варіантах дослідів Фон+N<sub>120</sub>+ІН та Фон+N<sub>130</sub>+ІН до 37,0 ц/га та 38,5 ц/га відповідно та дещо знижувалася на варіанті дослідів Фон+N<sub>130</sub> до 34,5 ц/га. Така сама тенденція спостерігалась і в інші 2 роки досліджень 2020–2021. Так в 2020 році спостерігалось підвищення врожайності з 22,1 ц/га до 27,9 ц/га та до 29,8 ц/га і незначним зниженням до 23,1 ц/га. Так само в 2021 році підвищення врожайності з 21,1 ц/га до 27,0 ц/га та до 26,6 ц/га і нез-

Таблиця 4

**Урожайність пшениці озимої 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	
N <sub>10</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub> (фон)	37,2	36,3	37,7	38,3	37,4
Фон+N <sub>100</sub> +ІН	80,0	50,5	72,0	48,1	62,7
Фон+N <sub>120</sub> +ІН	81,4	51,0	72,5	47,2	63,0
Фон+N <sub>120</sub>	74,0	46,4	68,5	45,0	58,5
НІР <sub>05</sub>	1,33	1,86	2,03	2,49	–

Таблиця 5

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

Варіант	Урожайність, т/га			Середня урожайність 2018-2021, ц/га
	2018	2020	2021	
N <sub>10</sub> P <sub>30</sub> K <sub>40</sub> (фон)	31,2	22,1	21,1	24,8
Фон+N <sub>120</sub> +ІН	37,0	27,9	27,0	30,6
Фон+N <sub>130</sub> +ІН	38,5	29,8	26,6	31,6
Фон+N <sub>130</sub>	34,5	23,1	26,0	27,9
НІР <sub>05</sub>	3,12	2,66	3,63	–

начним зниженням до 26,0 ц/га. В середньому за три роки досліджень урожайність також збільшувалась від контрольного варіанту  $N_{10}P_{30}K_{40}$  (фон) з 24,8 ц/га до 30,6 ц/га та до 31,6 ц/га на варіантах Фон+ $N_{120}$ +ІН та Фон+ $N_{130}$ +ІН та в подальшому дещо знижувалась на варіанті досліді із максимальною нормою азотних добрив але без використання ІН (Фон+ $N_{130}$ ) до 27,9 ц/га.

Урожайність кукурудзи була також різною залежно від років досліджень (табл. 6). Так, урожайність кукурудзи в усіх варіантах досліді була вищою в 2018 році в межах 86,0–110,2 ц/га та в 2021 році в межах 85,7–111,9 ц/га. Урожайність в 2019 та в 2020 роках коливалася на нижчому рівні в межах 72,0–88,9 ц/га.  $НІР_{05}$  складав 8,87 ц/га в 2018 році, 3,35 ц/га в 2019 році, 2,91 ц/га в 2020 році та 2,75 ц/га в 2021 році. Середня врожайність кукурудзи в усіх варіантах досліді в 2018–2021 рр. становила в межах 81,4–97,5 ц/га.

Дані урожайності по кукурудзі так само як по пшениці озимій та по ріпаку озимому по всіх роках досліджень 2018–2021 із збільшення врожайності кукурудзи по варіантах досліді із збільшенням норми азоту та використання ІН на варіантах досліді Фон+ $N_{120}$ +ІН та Фон+ $N_{130}$ +ІН та з подальшим невеликим зниженням урожайності на варіанті досліді із максимальною нормою азотних добрив але без використання ІН (Фон+ $N_{130}$ ). Так в 2018 році на контрольному варіанті  $N_{10}P_{30}K_{40}$  урожайність становила 86,0 ц/га, вона підвищувалася на варіантах досліді Фон+ $N_{120}$ +ІН та Фон+ $N_{130}$ +ІН до 110,2 ц/га та до 105,9 ц/га відповідно та дещо знижувалася на варіанті досліді Фон+ $N_{130}$  до 99,7 ц/га. Така сама тенденція спостерігалась і в інші 3 роки досліджень 2019–2021. Так в 2019 році спостерігалось підвищення врожайності з 72,0 ц/га до 82,7 ц/га та до 88,9 ц/га і незначним зниженням до 77,5 ц/га. Так

Таблиця 6

**Урожайність кукурудзи 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	
$N_{10}P_{30}K_{40}$ (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	–

само в 2020 році підвищення врожайності з 81,7 ц/га до 85,1 ц/га та до 86,6 ц/га і незначним зниженням до 83,8 ц/га і в 2021 році підвищення врожайності з 85,7 ц/га до 111,9 ц/га та до 99,5 ц/га і зниженням до 97,7 ц/га. В середньому за 4 роки досліджень 2019–2021 урожайність кукурудзи також збільшувалась від контрольного варіанту  $N_{10}P_{30}K_{40}$  (фон) з 81,4 ц/га до 97,5 ц/га та до 95,2 ц/га на варіантах Фон+ $N_{120}$ +ІН та Фон+ $N_{130}$ +ІН та в подальшому дещо знижувалась на варіанті досліді із максимальною нормою азотних добрив але без використання ІН (Фон+ $N_{130}$ ) до 89,7 ц/га.

**Висновки.** По всім рокам досліджень 2018–2021 встановлено, що найвищий рівень НДВІ та урожайність пшениці озимої, ріпаку озимого та кукурудзи були на варіантах досліді з підвищеною нормою азотних добрив та з використанням інгібітора нітрифікації. Так, по пшениці озимій на варіантах Фон+ $N_{100}$ +ІН та Фон+ $N_{120}$ +ІН НДВІ в середньому за три місяці був найвищим в межах 0,33–0,65 а урожайність найвища в межах 47,2–81,4 ц/га. По ріпаку озимому та кукурудзі на варіантах Фон+ $N_{120}$ +ІН та Фон+ $N_{130}$ +ІН НДВІ в середньому за три місяці був найвищим в межах 0,39–0,51 та 0,55–0,67 а урожайність найвища в межах 23,1–38,5 ц/га та 82,7–111,9 ц/га відповідно по всім 4 рокам досліджень 2018–2021. Коефіцієнт кореляції НДВІ з урожайністю був високим у пшениці озимої на рівні 0,94–0,97 в липні та ріпаку озимого на рівні 0,95–1,0 в квітні на всіх варіантах досліді з підвищеними нормами азотних добрив з використанням інгібітора нітрифікації.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Chen Z., et al. Monitoring and management of agriculture with remote sensing. In: Liang, S. (Ed.), *Advances in Remote Sensing*. Springer Science + Business Media B.V., 2008. P.397–421.
- Gitelson A.A., Kaufman Y.J., Merzlyak M.N. Use of a green channel in remote sensing of global vegetation from EOS-MODIS. *Remote Sensing of Environment*, 1996. 58 (3). P. 289-298.
- Boogaard H.L., et al. Description of the MARS Crop Yield Forecasting System (MCYFS).METAMP-1/3. *Alterra and VITO, Wageningen and Mol*. 2002.
- Hatfield J.L., Gitelson A.A., Schepers J.S., Walthall C.L. Application of spectral remote sensing for agronomic decisions. *Agronomy Journal*, 2008. V.100 (1). P.121-127.
- Tucker C.J. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Rem. Sens. Environ*. 1979. No.8 (2), 127–150. [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(79\)90013-0](https://doi.org/10.1016/0034-4257(79)90013-0).
- Myneni R.B., Hall F.G., Sellers P.J., Marshak A.L. The interpretation of spectral vegetation indexes. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 1995. V.33 (2). P.481-486.
- Satira O., Berberoglu S. Crop yield prediction under soil salinity using satellite derived vegetation indices. *Field Crops Research*. 2016. V.192. P. 134–143.
- Тараріко О.Г., Сиротенко О.В., Ільєнко Т.В., Величко, В.А. Космічний моніторинг посушливих явищ. *Вісника аграрної науки*. 2012. Вип. №10. С. 16-20.

9. Jiang Z., Huete A.R. Global intercomparison of three NDVI datasets for 1981–2001. *Remote Sensing of Environment*, 2006. V.101 (2). P.366-379.
10. Pettorelli N., et al. Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. *Trends in Ecology & Evolution*, 2005. Vol. 20 (9). P.503-510.
11. Ozesmi S.L., Bauer M.E. Satellite remote sensing of wetlands. *Wetl. Ecol. Manag.* 2002. No.10 (5). P.381–402. <https://doi.org/10.1023/a:1020908432489>.
12. Ghosh S., Mishra D.R., Gitelson A.A. Long-term monitoring of biophysical characteristics of tidal wetlands in the northern Gulf of Mexico – a methodological approach using MODIS. *Rem. Sens. Environ.* 2016. No.173, P.39–58. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2015.11.015>.
13. Zhanga J., et al. Monitoring plant diseases and pests through remote sensing technology: A review. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2019. V.165. P. 6-11.
14. Nilsson H.E. Remote sensing and image analysis in plant pathology. *Annual Review Phytopathology*. 1995. V.33. P. 489–528.
15. Huang J., Chen D, Cosh M.H. Sub-pixel reflectance unmixing in estimating vegetation water content and dry biomass of corn and soybeans cropland using normalized difference water index (NDWI) from satellites. *Int. J. Remote Sens.* 2009. V. 30 (8). P. 2075–2104.
16. 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.
17. Sulik J.J., Long D.S. Spectral indices for yellow canola flowers. *Int. J. Remote Sens.* 2015. Vol.36. P. 2751–2765.
18. Han J., Wei C., Chen Y., Weiwei L. Mapping Above-Ground Biomass of Winter Oilseed Rape Using High Spatial Resolution Satellite Data at Parcel Scale under Waterlogging Conditions. *Int. J. Remote Sens.* 2017. Vol.9 (3). P. 17.
19. Zhang W., Wang X., Zhang Y. Effect of nitrogen application rate on yield and nitrogen use efficiency of maize in Northeast China. *Frontiers in Plant Science*. 2016. V.7. P.1-12.
20. Ma B. L., Dwyer L. M. Nitrogen management for improving corn yield and nitrogen use efficiency in cool, humid regions. *Agronomy Journal*. 2015. V.107 (2). P.779-788.
21. Fernández M. C, Rubio G. Root morphological traits related to phosphorus-uptake efficiency of soybean, sunflower, and maize. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 2015. V.178. P. 807–815.
22. 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. V.31 (3). P. 403–406.
23. Vitousek P. M., et al. Human alteration of the global nitrogen cycle: sources and consequences. *Ecological Applications*. 1997. V.7 (3). P. 737-750.
24. Xu G., Fan X., Miller A. J. Plant nitrogen assimilation and use efficiency. *Annual Review of Plant Biology*. 2012. Vol. 63. P. 153–182.
25. Kumar K., et al. Nitrification inhibitors from the soil environment and their potential use for enhancing crop production. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2017. V.101 (1). P.13-25.
26. Abalos D., et al. Meta-analysis of the effect of urease and nitrification inhibitors on crop productivity and nitrogen use efficiency. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2014. No.189, P.136–144. doi:10.1016/j.agee.2014.03.036
27. Chunlian Q., et al. How inhibiting nitrification affects nitrogen cycle and reduces environmental impacts of anthropogenic nitrogen input. *Global Change Biology*. 2015. No.21 (1249–1257), 3–5. doi: 10.1111/gcb.12802
28. Zerulla, W., et al. (2001). 3,4-Dimethylpyrazole phosphate (DMPP) – a new nitrification inhibitor for agriculture and horticulture. *Biol Fertil Soils*. 2001. V.34 (79-84), P.1–4.
29. 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.

#### REFERENCES:

1. Chen, Z., et al. (2008). Monitoring and management of agriculture with remote sensing. In: Liang, S. (Ed.), *Advances in Remote Sensing*. Springer Science + Business Media B.V., P. 397–421.
2. Gitelson, A.A., Kaufman, Y.J. & Merzlyak, M.N. (1996). Use of a green channel in remote sensing of global vegetation from EOS-MODIS. *Remote Sensing of Environment*, 58 (3). P. 289-298.
3. Boogaard, H.L., et al. (2002). Description of the MARS Crop Yield Forecasting System (MCYFS). METAMP – 1/3. Alterra and VITO, Wageningen and Mol.
4. Hatfield, J.L., Gitelson, A.A., Schepers, J.S. & Walthall, C.L. (2008). Application of spectral remote sensing for agronomic decisions. *Agronomy Journal*, 100(1). P. 121-127.
5. Tucker, C.J. (1979). Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Rem. Sens. Environ.* 8 (2). P. 127–150. [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(79\)90013-0](https://doi.org/10.1016/0034-4257(79)90013-0).
6. Myneni, R.B., Hall, F.G., Sellers, P.J. & Marshak, A.L. (1995). The interpretation of spectral vegetation indexes. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 33 (2). P. 481-486.
7. Satira, O. & Berberoglu, S. Crop yield prediction under soil salinity using satellite derived vegetation indices. (2016). *Field Crops Research*. V.192. P. 134–143.
8. Tarariko, O.H., Syrotenko, O.V., Iliencko, T.V. & Velychko, V.A. (2012) Kosmichnyi monitorynh posushlyvykh yavlyshch. [Agroecological satellite monitoring]. *Bulletin of Agrarian Science*. No. 10, P. 16-20. [In Ukrainian].
9. Jiang, Z. & Huete, A.R. (2006) Global intercomparison of three NDVI datasets for 1981–2001. *Remote Sensing of Environment*. V.101 (2). P. 366-379.
10. Pettorelli, N., et al. (2005). Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. *Trends in Ecology & Evolution*. Vol. 20 (9). P. 503-510.
11. Ozesmi, S.L. & Bauer, M.E. (2002). Satellite remote sensing of wetlands. *Wetl. Ecol. Manag.* No.10 (5). P. 381–402. <https://doi.org/10.1023/a:1020908432489>.
12. Ghosh, S., Mishra, D.R. & Gitelson, A.A. (2016). Long-term monitoring of biophysical characteristics of tidal wetlands in the northern Gulf of Mexico – a methodological approach using MODIS. *Rem. Sens.*

- Environ. No.173, P. 39–58. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2015.11.015>.
13. Zhanga, J., et al. (2019). Monitoring plant diseases and pests through remote sensing technology: A review. *Computers and Electronics in Agriculture*. V.165. P. 6-11.
  14. Nilsson, H.E. (1995). Remote sensing and image analysis in plant pathology. *Annual Review Phytopathology*. V.33. P. 489–528.
  15. Huang, J., Chen, D. & Cosh, M.H. (2009). Sub-pixel reflectance unmixing in estimating vegetation water content and dry biomass of corn and soybeans cropland using normalized difference water index (NDWI) from satellites. *Int. J. Remote Sens.* V. 30 (8). P. 2075–2104.
  16. Panchenko, L.S., Bukin, E.V., Komarova, L.A. & Zheltonozhskiy V.A. (2018). Ekologo-ekonomicheskii analiz ispolzovaniya azotnykh udobreniy v proizvodstve kukuruzyi v Ukraine. [Ecological and economic analysis of the use of nitrogen fertilizers in the production of corn in Ukraine]. *Agrarian Bulletin of the Dnepropetrovsk region*. Vol. 1. No. 64. 67-72 [in Russian].
  17. Sulik, J.J. & Long, D.S. (2015). Spectral indices for yellow canola flowers. *Int. J. Remote Sens.* Vol.36. P. 2751–2765.
  18. Han, J., Wei, C., Chen, Y. & Weiwei, L. (2017). Mapping Above-Ground Biomass of Winter Oilseed Rape Using High Spatial Resolution Satellite Data at Parcel Scale under Waterlogging Conditions. *Int. J. Remote Sens.* Vol.9 (3). P. 17.
  19. Zhang, W., Wang, X. & Zhang Y. (2016). Effect of nitrogen application rate on yield and nitrogen use efficiency of maize in Northeast China. *Frontiers in Plant Science*. V.7. P. 1-12.
  20. Ma, B. L. & Dwyer, L. M. (2015). Nitrogen management for improving corn yield and nitrogen use efficiency in cool, humid regions. *Agronomy Journal*. V.107 (2). P. 779-788.
  21. Fernández, M. C. & Rubio, G. (2015). Root morphological traits related to phosphorus-uptake efficiency of soybean, sunflower, and maize. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. V.178. P. 807–815.
  22. Legg, J. O. & Allison, F. E. (1967). A tracer study of nitrogen balance and residual nitrogen availability with 12 soils. *Soil Sei. Soc. Amer. Proc.* V.31 (3). P. 403–406.
  23. Vitousek, P. M., et al. (1997). Human alteration of the global nitrogen cycle: sources and consequences. *Ecological Applications*. V.7 (3). P. 737-750.
  24. Xu, G., Fan, X. & Miller, A. J. (2012). Plant nitrogen assimilation and use efficiency. *Annual Review of Plant Biology*. Vol. 63. P. 153–182.
  25. Kumar, K., et al. (2017). Nitrification inhibitors from the soil environment and their potential use for enhancing crop production. *Applied Microbiology and Biotechnology*. V.101 (1). P. 13-25.
  26. Abalos, D., et al. (2014). Meta-analysis of the effect of urease and nitrification inhibitors on crop productivity and nitrogen use efficiency. *Agric. Ecosyst. Environ.* No.189, P. 136–144. doi:10.1016/j.agee.2014.03.036
  27. Chunlian, Q., et al. (2015). How inhibiting nitrification affects nitrogen cycle and reduces environmental impacts of anthropogenic nitrogen input. *Global Change Biology*. No.21 (1249–1257), 3–5. doi: 10.1111/gcb.12802
  28. Zerulla, W., et al. (2001). 3,4-Dimethylpyrazole phosphate (DMPP) – a new nitrification inhibitor for agriculture and horticulture. *Biol Fertil Soils*. V.34 (79-84), P. 1–4.
  29. 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.
- Мунтян С.В. Нормалізований диференційний вегетативний індекс пшениці озимої, ріпаку озимого та кукурудзи залежно від норм азотних добрив та інгібітора нітрифікації**
- Метою** було встановити взаємозв'язок та фактичну кореляцію між рівнем нормалізованого диференційного вегетативного індексу та урожайністю пшениці озимої, ріпаку озимого та кукурудзи при умові використання різних норм азотних добрив у вигляді КАС-32 за поєднаного використання інгібітора нітрифікації.
- 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 досліді, інгібітор нітрифікації 3,4-диметилпіразолфосфат вносили навесні, відповідно варіанти досліді на ріпаку озимому та кукурудзі як Фон+ $N_{120}$ +ІН, Фон+ $N_{130}$ +ІН, Фон+ $N_{130}$  та на пшениці озимій як Фон+ $N_{100}$ +ІН, Фон+ $N_{120}$ +ІН, Фон+ $N_{120}$  Нормалізований диференційний вегетативний індекс (НДВІ) визначався в результаті знімків з супутників WorldView-2, WorldView-3, Geoeye-1 (Maxar USA).
- Результати.** Рівень НДВІ по пшениці озимій, ріпаку озимому та кукурудзі збільшується по мірі збільшення норм внесеного азоту та застосування інгібітора нітрифікації. Так по пшениці озимій в середньому за три місяці виміру червень, липень та серпень таке збільшення по 2018-2021 рокам досліджень становило 0,56-0,65 в 2018 році, 0,33-0,36 в 2019 році, 0,53-0,65 в 2020 році та 0,30-0,33 в 2021 році. По кукурудзі 0,61-0,67; 0,58-0,62; 0,63-0,67 та 0,52-0,55 відповідно. По ріпаку озимому в середньому за три місяці виміру квітень, травень та червень таке збільшення по 2018-2021 рокам досліджень становило 0,43-0,51 в 2018 році, 0,38-0,51 в 2020 році та 0,36-0,40 в 2021.
- По всіх роках досліджень 2018-2021 прослідковується збільшення врожайності пшениці озимої, ріпаку озимого та кукурудзи по варіантах досліді із збільшенням норми азоту та використання ІН та поступовим зниженням врожайності при максимальній нормі азотних добрив але без використання ІН. Так по пшениці озимій в середньому за 4 роки досліджень 2018-2021 зафіксовано збільшення врожайності з контрольного варіанту  $N_{10}P_{30}K_{40}$  (фон) 37,4 ц/га до варіантів Фон+ $N_{100}$ +ІН 62,7 ц/га та Фон+ $N_{120}$ +ІН 63,0 ц/га та з подальшим зниженням врожайності на варіанті досліді (Фон+ $N_{120}$ ) до 58,5 ц/га. По ріпаку озимому в середньому за 3 роки досліджень 2018-2021 зафіксовано збільшення врожайності з контрольного варіанту  $N_{10}P_{30}K_{40}$  (фон) з 24,8 ц/га до варіантів Фон+ $N_{120}$ +ІН 30,6 ц/га та Фон+ $N_{130}$ +ІН 31,6 ц/га та з подальшим зниженням врожайності на варіанті досліді (Фон+ $N_{130}$ ) до 27,9 ц/га. Та по кукурудзі в середньому за 4 роки досліджень 2018-2021 зафіксовано збільшення врожайності з контрольного варіанту  $N_{10}P_{30}K_{40}$  (фон) з 81,4 ц/га до варіантів Фон+ $N_{120}$ +ІН 97,5 ц/га та Фон+ $N_{130}$ +ІН 95,2 ц/га та з подальшим зниженням врожайності на варіанті досліді (Фон+ $N_{130}$ ) до 89,7 ц/га.

Коефіцієнт кореляції НДВІ з урожайністю на пшениці озимій був високим на рівні 0,94-0,97 в липні, був високим по ріпаку озимому на рівні 0,95-1,0 в квітні на всіх варіантах досліду з підвищеними нормами азотних добрив з використанням інгібітора нітрифікації та без нього. Коефіцієнт кореляції НДВІ з урожайністю кукурудзи був позитивним але на низькому рівні в межах 0,42-0,55 лише в червні по всіх варіантах досліду.

**Висновки.** Встановлено що всім рокам досліджень 2018-2021 найвищий рівень НДВІ, урожайність пшениці озимої, ріпаку озимого та кукурудзи та коефіцієнт кореляції були на варіантах досліду з підвищеною нормою азотних добрив та з використанням інгібітора нітрифікації. Так, по пшениці озимій на варіантах Фон+ $N_{100}$ +ІН та Фон+ $N_{120}$ +ІН НДВІ в середньому за три місяці був найвищим в межах 0,33-0,65 а урожайність найвища в межах 47,2-81,4 ц/га. По ріпаку озимому та кукурудзі на варіантах Фон+ $N_{120}$ +ІН та Фон+ $N_{130}$ +ІН НДВІ в середньому за три місяці був найвищим в межах 0,39-0,51 та 0,55-0,67 а урожайність найвища в межах 23,1-38,5 ц/га та 82,7-111,9 ц/га відповідно по всім 4 рокам досліджень 2018-2021. Коефіцієнт кореляції НДВІ з урожайністю був високим у пшениці озимої на рівні 0,94-0,97 в липні та ріпаку озимого на рівні 0,95-1,0 в квітні.

**Ключові слова:** інгібітор нітрифікації, 3,4-диметилпіразолфосфат, карбамідно-аміачна суміш, нормалізований диференційний вегетаційний індекс, урожайність, пшениця озима, ріпак озимий, кукурудза.

#### Muntyan S.V. Normalized differential vegetative index of winter wheat, winter oil seed rape and maize depending on the dosages of nitrogen fertilizers and nitrification inhibitor

**Purpose.** To establish the relationship and the actual correlation between the level of normalized differential vegetative index and winter wheat, winter oil seed rape and maize yield under the condition of using different dosages of nitrogen fertilizers in the form of UAN-32 with the combined use of nitrification inhibitor.

**Methods.** During 2018-2021, the research was conducted in the conditions of the research station of "Druzhba Nova" LLC, Varvynskyi district, Chernihiv region (a branch of the Kernel agricultural holding) on typical low-humus black soil. One-factor experiment. Control variant  $N_{10}P_{30}K_{40}$  (conditionally without nitrogen fertilizers). UAN-32 was applied at the normal rate according to the experimental variants, and the nitrification inhibitor 3,4 dimethylpyrazol phosphate was applied in spring, respectively, in the experimental variants on winter oil seed rape and maize as Control +  $N_{120}$ +ІН, Control +  $N_{130}$ +ІН, Control +  $N_{130}$  and on winter wheat as Control +  $N_{100}$ +ІН, Control +  $N_{120}$ +ІН, Control +  $N_{120}$ . Normalized differential vegetation index (NDVI) was determined by the images from WorldView-2, WorldView-3, Geoeye-1 satellites (Maxar USA).

**Results.** The level of NDVI in winter wheat, winter oil seed rape and corn increase as the applied nitrogen rates increase and the nitrification inhibitor is used. Thus, for winter wheat, on average for the three months of measurement June, July and August, such an increase for the 2018-2021

research years was 0.56-0.65 in 2018, 0.33-0.36 in 2019, 0.53-0.65 in 2020 and 0.30-0.33 in 2021. For corn 0.61-0.67; 0.58-0.62; 0.63-0.67 and 0.52-0.55, respectively. For winter oil seed rape, on average for the three months of measurement in April, May and June, such an increase for the 2018-2021 research years was 0.43-0.51 in 2018, 0.38-0.51 in 2020 and 0.36-0,40 in 2021.

For all research years 2018-2021, an increase in the yield of winter wheat, winter oil seed rape, and corn according to the experiment variants with an increase in the nitrogen rate and the use of ІН and a gradual decrease in yield with the maximum rate of nitrogen fertilizers but without the use of ІН is monitored. Thus, for winter wheat, on average, over the 4 years of research 2018-2021, an increase in yield was recorded from the control Control variant  $N_{10}P_{30}K_{40}$  in 37.4 centner/ha to the Control +  $N_{100}$ +ІН in 62.7 centner/ha and Control +  $N_{120}$ +ІН in 63, 0 centner/ha and with a further decrease in yield on the experimental variant Control +  $N_{120}$  to 58.5 centner/ha. For winter oil seed rape, on average, over the 3 years of research 2018-2021, an increase in yield was recorded from the Control variant  $N_{10}P_{30}K_{40}$  from 24.8 centner/ha to the options Control +  $N_{120}$ +ІН in 30.6 centner/ha and Control +  $N_{130}$ +ІН in 31, 6 centner/ha and with a further decrease in yield on the experimental variant Control +  $N_{130}$  to 27.9 t/ha. And for corn, on average, over the 4 years of research 2018-2021, an increase in yield was recorded from the Control variant  $N_{10}P_{30}K_{40}$  from 81.4 centner/ha to the options Control +  $N_{120}$ +ІН in 97.5 centner/ha and Control +  $N_{130}$ +ІН in 95, 2 centner/ha and with a further decrease in yield on the experimental variant Control +  $N_{130}$  to 89.7 centner/ha.

The correlation coefficient of NDVI with productivity on winter wheat was high at the level of 0.94-0.97 in July, it was high on winter oil seed rape at the level of 0.95-1.0 in April in all variants of the experiment with increased rates of nitrogen fertilizers using an inhibitor nitrification and without it. The correlation coefficient of NDVI with corn yield was positive but at a low level within the range of 0.42-0.55 only in June for all variants of the experiment.

**Conclusions.** It was established that for all the research years 2018-2021, the highest level of NDVI, yield of winter wheat, winter oil seed rape and corn, and the correlation coefficient were in the variants of the experiment with an increased rate of nitrogen fertilizers and with the use of nitrification inhibitor. Thus, for winter wheat, on the variants Control +  $N_{100}$ +ІН, the NDVI was the highest in three months on average within the range of 0.33-0.65, and the yield was the highest within the range of 47.2-81.4 centner/ha. For winter oil seed rape and corn, on the variants Control +  $N_{120}$ +ІН and Control +  $N_{130}$ +ІН, the NDVI was the highest in the range of 0.39-0.51 and 0.55-0.67 on average over three months, and the yield was the highest in the range of 23,1-38.5 centner/ha and 82.7-111.9 centner/ha, respectively, for all 4 years of research 2018-2021. The correlation coefficient of NDVI with productivity was high in winter wheat at the level of 0.94-0.97 in July and winter oil seed rape at the level of 0.95-1.0 in April.

**Key words:** nitrification inhibitor, 3,4-dimethylpyrazole phosphate, urea-ammonia solution, normalized difference vegetation index, winter wheat, winter oil seed rape, maize.