

УДК 631.153.3

Вміст нітратів у ґрунті під зерно-просапною сівозміною залежно від способу його обробітку та метеорологічних факторів

Я.А. Погромська*

ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», Харків, Україна

ІНФОРМАЦІЯ	АНОТАЦІЯ
Отримано 17.04.2018 Отримано після доопрацювання 27.07.2018 Затверджено до друку 06.08.2018 Доступно онлайн 01.10.2018	В умовах стаціонарних польових дослідів на чорноземі звичайному у Донецькому регіоні впродовж дев'яти років (1997-2005) провели моніторинг вмісту нітратів у ґрунті в межах орного шару під основними культурами зерно-просапної сівозміни на варіантах з різними способами обробітку ґрунту. Одночасно реєстрували річну динаміку кількості опадів і температури повітря. Виявлено тривалий ефект впливу метеорологічних факторів на формування нітратного живлення рослин. Показано, що вміст нітратів залежить від погодних умов не тільки поточного, але й двох попередніх років, і також від способу основного обробітку ґрунту. Визначено особливості формування азотного режиму ґрунту на варіантах із традиційною відвальною оранкою, безвідвальним плоскорізним та нульовим обробітками. Показано, що нульовий обробіток максимально захищає ґрунт від перегріву та пересушування у спекотний період року, що сприяє збереженню пулу легкодоступного азоту, але не гарантує зниження його втрат при низьких температурах повітря та в умовах перезволоження ґрунту пізньої осені. Швидкість відновлення вмісту рухомого азоту в ґрунті за нульового обробітку є нижчою, порівняно з оранкою та безвідвальним плоскорізним обробітком, однак, ця різниця нівелюється меншою інтенсивністю витрат азоту. Максимальну швидкість відновлення пулу рухомого азоту констатували на варіантах оранки, а максимальну інтенсивність витрат – за безвідвального плоскорізного обробітку. Всі висновки підтверджено результатами кореляційного аналізу та дисперсійного аналізу ANOVA.
<i>Ключові слова:</i> нітрати; агрокліматичні умови; оранка; безвідвальний обробіток; нульовий обробіток; опадів; температура повітря; Донецький регіон.	

*E-mail: joanar@i.ua

1. Вступ

Нітратний азот – це найбільш засвоюваний азот у ґрунті, за запасами якого можна оцінювати забезпеченість рослин цим основним елементом живлення та прогнозувати врожайність сільськогосподарських культур [1, 2]. Вміст нітратів в орному шарі великою мірою залежить від активності біологічної складової системи «ґрунт-рослина» [3, 4], на функціонування якої суттєво впливають погодні умови [5] та тип обробітку ґрунту [3, 4]. Продиктована сьогоденням необхідність упровадження ґрунтофільних агротехнологій актуалізує визначення їх ефективності залежно від коливань погоди, особливо, з огляду на проблеми змін клімату [6, 7]. Європейські вчені виявили, що екстремальні погодні явища, зокрема, тривалі періоди посухи й рясних опадів, частота проявів яких останнім часом зростає, провокуючи зміни активності й складу ґрунтової мікрофлори, призводять до різкої втрати азоту через емісію та вилуговування [8]. Досліджено також, що масштаби втрат можна зменшити шляхом мінімізації обробітку ґрунту [9, 10]. Показано, що в умовах контрастності клімату тривале застосування нульового обробітку (*no-till*) підвищує кількість органічних речовин (потенційні джерела мінералізації азоту), компенсуючи тим самим зниження рівня мінералізації [11]. Це підтверджується американськими дослідниками [12], які показали, що нульові технології обробітку ґрунту в періоди тривалих посух сприяють формуванню більш високого вмісту нітратного азоту в ґрунті, ніж інтенсивні.

Українськими вченими визначено основні періоди сільськогосподарського року, коли метеорологічні особливості помітно впливають на ефективність основного обробітку. Показано, що окрім суттєвої залежності від погоди під час вегетаційного періоду [13], не останню роль відіграють метеоумови осені, зокрема, кількість опадів у вересні [14]. А саме, за посушливої осені (кількість опадів у вересні менше 22 мм) виявлено перевагу дискування над оранкою щодо врожайності зерна пшениці озимої, хоча, за достатньо зволоженого квітня (кількість опадів більше 40 мм) оранка є більш ефективною. Максимальну розбіжність між впливом різних типів основного обробітку ґрунту на вміст нітратів в орному шарі спостерігали в посушливі роки [5] і виявили, що в роки достатньої зволоженості за умови повного мінерального удобрення така розбіжність може бути нівельованою. Тобто, вплив різних способів обробітку ґрунту на вміст нітратів в орному шарі ґрунту та врожайність с.-г. культур істотно залежить від метеорологічних умов поточного року і попередньої осені, а також від таких кліматичних особливостей, як контрастність погоди, часті тривалі посухи тощо.

Метою досліджень є визначення нагального і тривалого впливу метеорологічних факторів на вміст нітратів в орному шарі ґрунту та формування азотного режиму чорнозему звичайного за оранки, безвідвального плоскорізного та нульового обробітку ґрунту в зерно-просапній сівозміні в умовах Донецького регіону.

2. Об'єкти, матеріали і методи досліджень

Роботу проведено в межах польового стаціонарного дослідження на базі дослідного господарства ДП «ДГ «Донецьке» Національного наукового центру «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського», що знаходиться у с. Суха-Балка Ясинуватського району Донецької області. Територія належить до Степової кліматичної зони південного сходу України і розташована на Донецькій височині північно-західної частини Донецького кряжу. Географічні координати: 48°19'39.3"N, 37°46'12.9"E, висота над рівнем моря 190 м. Ґрунт – чорнозем звичайний важкосуглинковий слабоеродований на лесі. Дослід закладено у 1997 р. і завершено у 2005 р. Застосовано зерно-просапну сівозміну з таким чергуванням культур: *кукурудза на силос, пшениця озима, кукурудза на зерно, ячмінь, соняшник, зерносуміш, озима пшениця, кукурудза на зерно*.

Виконано три типи основного обробітку ґрунту: (1) різноглибинна відвальна оранка; (2) різноглибинний безвідвальний плоскорізний обробіток; нульовий обробіток (*no-till*). Глибина обробітку визначалася технологічними потребами вирощуваних культур. Застосування мінеральних добрив та гербіцидів – за системою традиційних виробничих технологій з додатковою для *no-till* обробкою ділянок за два тижні до посіву гербіцидом Раундап (3 кг/га).

Проби (змішані зразки) ґрунту відбирали з шару 0-30 см в період активної вегетації культур та під час збирання врожаю.

Визначення вмісту нітратного азоту в зразках ґрунту виконано за методом Грандваль-Ляжу (ДСТУ 4414-02). Статистичну обробку даних – результатів аналізу виконували методами багатofакторного дисперсійного (ANOVA) та кореляційного аналізів. Метеорологічні спостереження проведено на метеопосту селища Суха-Балка за такими показниками: кількість опадів (мм), температура повітря (°C).

3. Результати спостережень та досліджень

3.1. Метеорологічні умови

Період досліджень характеризується контрастністю погодних умов. Середня річна температура повітря коливалася від +7,9 °C до +11,2 °C. Середньодобова температура повітря найтеплішого місяця – липня варіювала від +20,6 °C до +27,6 °C, найхолоднішого, січня – від -7,6 °C до -0,3 °C. Кількість річних опадів коливалася від 421,4 мм до 804,1 мм. Найбільша місячна кількість опадів приходить, частіше за все, на червень (до 245,6 мм), найменша - відповідає травню (від 0,8 мм до 97,0 мм). Найбільш помітні різниці між роками дослідження спостерігали у такі періоди: (1) період активних температур більше + 10 °C; (2) період вегетації основних культур (V-VII місяці); (3) пізня осінь (X-XI місяці) (Табл. 1).

Таблиця 1

Метеорологічні показники за 1997-2005 рр.

Рік	Метеорологічні параметри						
	сума опадів періоду активних температур >10 °C, мм	сума активних температур повітря >10 °C, °C	середня температура повітря V-VII місяців, °C	сума опадів V-VII місяців, мм	сума опадів X-XI місяців, мм	середня температура повітря X-XI місяців, °C	середня річна температура повітря, °C
1997	326	2990	20,4	299,6	136,5	4,6	7,9
1998	124	3736	22,8	133,5	76,5	4,1	10,0
1999	147	3733	21,6	144,0	110,0	5,5	11,2
2000	313	3482	19,7	177,4	26,5	5,7	10,2
2001	491	3625	20,8	355,6	52,0	6,7	10,0
2002	307	3650	22,3	121,0	100,5	6,0	10,5
2003	311	3293	20,5	245,5	76,7	5,8	8,6
2004	229	3371	18,6	145,0	99,0	6,0	9,8
2005	160	3735	20,8	140,0	105,7	6,9	10,2
1994-2015	238	3623	20,2	168,2	69,4	5,4	10,0

Середнє (за роки досліджень) значення гідротермічного коефіцієнта Селянинова (ГТК) становить 0,97 (Табл. 2), однак між окремими роками констатовано суттєву різницю: закладку досліду здійснено в рік (1997) інтенсивного зволоження [15], перші два і останній роки (1998, 1999 і 2005), є такими, що відповідають умовам зони сухого землеробства; протягом чотирьох років зволоження було достатнім (2000, 2002-2004) і один рік характеризується як рік інтенсивного зволоження (2001). Таким чином, впродовж часу експерименту ми мали змогу фіксувати вплив різноманітних погодних умов на поведінку об'єкту досліджень – вмісту нітратів у ґрунті.

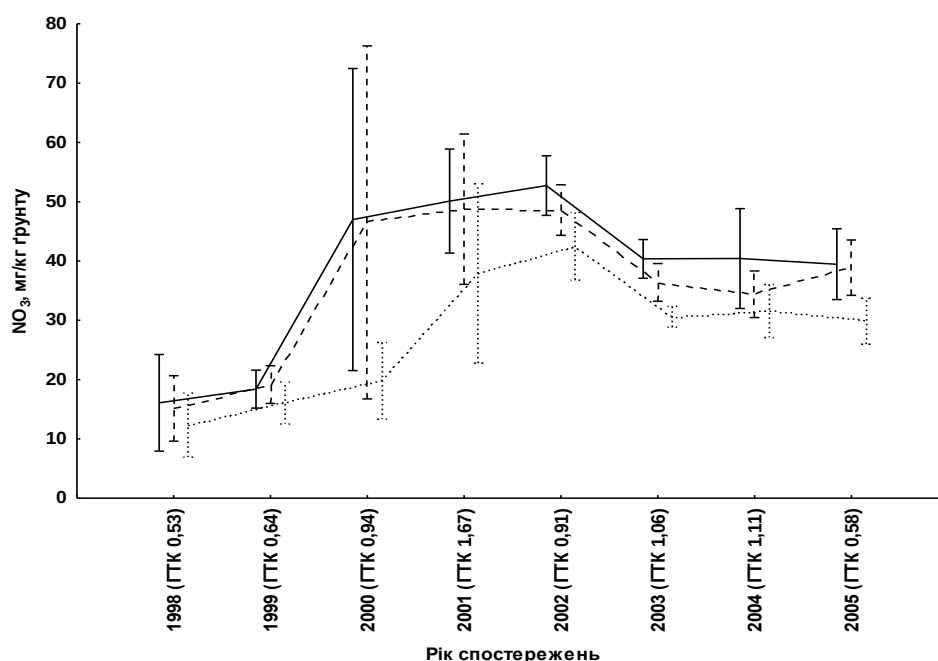
Таблиця 2

Гідротермічний коефіцієнт Селянинова

Рік	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
ГТК	1,25	0,53	0,64	0,94	1,67	0,91	1,06	1,11	0,58

3.2. Динаміка вмісту нітратів у ґрунті та середні дані за ротацію сівозміни

Проведеними дослідженнями виявлено наявність істотного зв'язку між вмістом нітратного азоту в ґрунті і способом основного обробітку ґрунту. Однак виявлено, що загальна картина рівня азотного живлення культур в зерно-просапній сівозміні контролюється параметрами ГТК (Рис. 1).



Умовні позначення - тип обробітку: — відвальний, - - безвідвальний, нульовий

Рис. 1. Середній (за вегетаційний період під усіма культурами сівозміни) вміст нітратів у ґрунті в шарі 0–30 см

Усереднення даних восьми років (1998–2005) вказує на більш низький вміст нітратів у шарі ґрунту 0–30 см за відмови від обертання пласта. За оранки усереднений показник становить 36,9 мг/кг ґрунту, за безвідвального плоскорізного обробітку – 34,1 мг/кг ґрунту, за нульового – 29,4 мг/кг ґрунту при найменшій істотній різниці середніх (95 % рівня достовірності) – 2,7 мг/кг ґрунту. Зменшення вмісту нітратів в орному шарі ґрунту за нульового обробітку (відносно оранки) спостерігається вже з першого року, а за безвідвального плоскорізного – в період тривалого достатнього зволоження (Рис. 1). На третій (2002) рік після посушливого періоду (1998–1999 рр.) маємо відчутно нижчий вміст нітратів за безвідвального обробітку порівняно з оранкою, а в посушливі роки (1998, 1999, 2005), з ГТК менше 0,7, та в перші два роки виходу із посухи (2000 та 2001) різниця між оранкою і безвідвальним плоскорізним обробітком майже відсутня.

За абсолютними значеннями у перші два посушливі роки (1998–1999) ґрунт характеризується середнім та низьким рівнем вмісту нітратів в орному шарі (16,1–18,4 за оранки, 15,1–19,2 за безвідвального і 12,3–16,1 мг/кг ґрунту за нульового обробітків відповідно). У подальші роки спостерігали достатнє зволоження, окрім останнього – посушливого 2005-го, і більш високий рівень вмісту нітратів у ґрунті.

Після дворічної посухи три роки триває суттєве підвищення вмісту нітратного азоту в орному шарі ґрунту (в середньому до 50 мг/кг за інтенсивних обробітків та до 40–45 – за нульового обробітку). В подальшому спостерігається зменшення значень показника до рівня біля 40 – для оранки, 35 – для безвідвального плоскорізного обробітку та 30 мг/кг ґрунту для нульового обробітку, що триває останні три роки (2003–2005).

Тобто, існує загальна тенденція до збільшення вмісту нітратного азоту в ґрунті у межах орного шару впродовж ротації сівозміни із помітним підвищенням у перші три роки після тривалої посухи. Однак, за оранки і безвідвального плоскорізного обробітку вміст NO_3 в ґрунті досягає підвищеного рівня (40 мг/кг ґрунту і вище) вже в перший рік достатнього зволоження (2000), тоді як за нульового обробітку цей рівень нітратного живлення досягається лише на третій рік (2002) після дворічної посухи. Отже, за нульового обробітку формування підвищеного рівня вмісту нітратів після дворічної посухи відбувається на два роки довше, ніж за інтенсивного – відвального і безвідвального.

Застосуванням кореляційного аналізу виявлено особливості формування рівня вмісту нітратів у ґрунті за різних типів обробітку, що визначають динаміку азотного живлення по роках ротації сівозміни. Простежено відчутний зв'язок вмісту азоту з метеорологічними факторами протягом кількох років (Табл. 3). Співставляючи залежності з коефіцієнтом кореляції Пірсона r за модулем більше 0,5 можна сказати, що із трьох варіантів обробітку нульовий обробіток забезпечує найслабшу залежність вмісту нітратів від опадів у теплий період поточного року ($r = 0,74$), але натомість, сприяє утворенню найсильнішого зв'язку з опадами ($r = -0,79$) і температурою ($r = 0,82$) у поза вегетаційний період минулого року, повністю нівелюючи вплив метеофакторів пізньої осені та режиму зволоження теплого періоду позаминулого року.

За безвідвального плоскорізного обробітку виявлено максимальну чутливість вмісту азоту до опадів теплого періоду поточного року ($r = 0,88$) і температур попереднього (минулого) року ($r = 0,54$). Оранка підтримує максимальний (із трьох варіантів обробітку) зв'язок вмісту нітратів із сумою температур більше $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$: не дуже щільний для поточного року ($r = -0,38$), але найбільш більш тісний ($r = 0,64$) для позаминулого, так само, як і з середньорічною температурою у позаминулому році ($r = 0,77$).

Таблиця 3

Коефіцієнт кореляції Пірсона між середнім (під основними культурами сівозміни) вмістом у ґрунті нітратів (шар 0–30 см) і кліматичними показниками

Показник	Рік	Обробіток		
		відвальный	безвідвальный	нульовий
Опади періоду активних температур більше $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$, мм	поточний ¹	0,86	0,88	0,74
	минулий	0,41	0,33	0,66
	позаминулий	-0,37	-0,44	-0,04
Сума температур більше $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$, $^{\circ}\text{C}$	поточний	-0,38	-0,32	-0,28
	минулий	0,50	0,54	0,29
	позаминулий	0,64	0,62	0,41
Опади за X-XI місяці, мм	минулий	-0,58	-0,58	-0,79
	позаминулий	-0,18	-0,13	-0,15
Середня температура X-XI, $^{\circ}\text{C}$	минулий	0,77	0,71	0,82
	позаминулий	-0,34	-0,42	-0,05
Середньорічна температура повітря, $^{\circ}\text{C}$	поточний	-0,24	-0,18	-0,24
	минулий	0,64	0,70	0,31
	позаминулий	0,77	0,73	0,71
Сумарна річна кількість опадів, мм	поточний	0,49	0,47	0,62
	минулий	0,03	0,03	0,04
	позаминулий	-0,30	-0,32	-0,09

Примітка: поточний – рік, коли визначено вміст азоту в ґрунті

4. Обговорення результатів

4.1. Кореляційні залежності вмісту нітратів у ґрунті від метеофакторів як індикатор направленості та інтенсивності азотного обміну

Згідно з отриманими даними в умовах проведення спостережень за будь-якого обробітку ґрунту кореляція вмісту нітратів з кількістю опадів у період активних температур більше $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$, як і з сумою опадів поточного і минулого років, є позитивною, але для позаминулого року – негативною (Табл. 3). Сумарна температура повітря періоду активних температур та середньорічна температура повітря, навпаки, мають обернений

зв'язок із вмістом нітратів у поточному році, але для минулого і позаминулого років спостерігаємо достатньо щільну пряму кореляцію.

Такі кореляційні залежності можна пояснити наступним чином. Рівень вмісту нітратного азоту в ґрунті великою мірою визначається врівноваженням протилежно направлених процесів – мобілізації азоту через мінералізацію органічної речовини і іммобілізації – через гуміфікацію [16], інтенсивність яких залежить від водного, повітряного і температурного режимів. Мінералізаційні процеси максимально інтенсивні за достатньої кількості вологи та при оптимальних температурах. В умовах проведення досліджень недостатнє зволоження часто є обмежувальним фактором, що пояснює прямий зв'язок вмісту нітратів у ґрунті з кількістю опадів поточного і минулого років. Обернений зв'язок із кількістю опадів позаминулого року може обумовлювати ємність ґрунтових резервів нітратного азоту та вказує на те, що однаковість інтенсивності процесів їх використання і відновлення може призвести (за два-три роки) до зменшення кількості доступного азоту в ґрунті.

Чергування оптимальних гідротермічних умов із періодичним висушуванням ґрунту сприяє інтенсивному гумусоутворенню [12]. Підвищені температури сприяють висушуванню ґрунту та закріпленню азоту в складі гумусу. Тому ми спостерігаємо обернений зв'язок вмісту нітратного азоту в ґрунті з температурними показниками поточного року. А прямий зв'язок насиченості ґрунту нітратним азотом з температурою повітря минулого і позаминулого років характеризує швидкість використання резервів ґрунтового азоту, іммобілізованого в попередні роки, та інтенсивність їх поповнення.

4.2. Зв'язок вмісту нітратів у ґрунті з опадами у теплий період

Той факт, що нульовий обробіток, порівняно з інтенсивними, призводить до найменш щільного зв'язку вмісту нітратів в орному шарі ґрунту з опадами періоду активних температур більше + 10 °C поточного року ($r = 0,86$; $0,88$ та $0,74$ для відвального, безвідвального та нульового обробітків відповідно), може свідчити про вологозахисні властивості технологій *no-till*. Це сприяє підтриманню відносно сталого рівня інтенсивності нітрифікаційних процесів.

Те, що вплив опадів минулого року за нульового обробітку є найвідчутнішим серед усіх обробітків ($r = 0,41$; $0,33$ та $0,66$ для відвального, безвідвального та нульового обробітків відповідно), вказує на більшу тривалість терміну збереження пулу легкодоступного азоту, напрацьованого у попередній період активних температур, можливо, завдяки зменшенню його витрат. Мініміально відчутний за нульового обробітку обернений зв'язок між вмістом нітратів і кількістю опадів позаминулого року ($r = -0,37$; $-0,44$ та $-0,04$) може бути свідченням як зменшення витрат азоту, так і наближення швидкості витрат до швидкості відновлення його запасів, що узгоджується з [12].

Максимальна (серед усіх обробітків) щільність позитивної кореляції за безвідвального плоскорізного обробітку вмісту азоту з кількістю опадів теплого періоду поточного року дає можливість зробити висновок про високий ризик пересушування, а мінімальна щільність позитивної кореляції з опадами минулого року та максимально щільна негативна кореляція з опадами позаминулого року свідчать про максимальну інтенсивність витрат мінерального азоту за цього типу обробітку. Більш висока щільність від'ємної кореляції з кількістю опадів позаминулого року за інтенсивних обробітків пояснюється перевагою швидкості витрат рухомого азоту над відновленням його кількості (максимально для безвідвального плоскорізного обробітку).

4.3. Зв'язок вмісту нітратів у ґрунті з температурою повітря у теплий період

Підвищення температури повітря у теплий період поточного року негативно відбивається на вмісті нітратів у ґрунті, але найменш помітно це на варіанті нульового обробітку ($r = -0,38$; $-0,32$ та $-0,28$). Це свідчить про зменшення (у тому ж напрямку) температурної залежності іммобілізації азоту ґрунту. Однак, помітне зменшення значень коефіцієнту позитивної кореляції для нульового обробітку з сумарною температурою минулого ($r = 0,50$; $0,54$ та $0,29$) і позаминулого ($r = 0,64$; $0,62$ та $0,41$) років ми схильні пов'язувати зі зниженням інтенсивності відновлення запасів рухомого азоту за *no-till*. Між тим, максимальне значення коефіцієнту r зв'язку сумарної температури повітря періоду активних температур позаминулого року з вмістом NO_3 на оранці свідчить про максимальну інтенсивність там відновлення запасів азоту.

4.4. Зв'язок вмісту нітратів у ґрунті з метеоданим позавегетаційних періодів

В межах умов проведення досліджень спостерігається відчутний вплив погодних умов осені попередніх двох років на рухомість азоту в ґрунті (Табл. 3). Середня

температура повітря у період жовтень-листопад попереднього (минулого) року прямо зв'язана із середнім умістом нітратів у ґрунті в період вегетації с.-г. культур наступного (поточного) року (з $r = 0,77$; $0,71$ та $0,82$), а *кількість опадів у жовтні-листопаді* корелює негативно (для відвального та безвідвального $r = -0,58$, для нульового обробітку $r = -0,79$). Тобто, тепла і посушлива попередня осінь є більш сприятливою для рухомості азоту в ґрунті наступного року.

Позитивну кореляцію вмісту в орному шарі ґрунту нітратів з осінньою температурою повітря попереднього року, яка зумовлює і температуру ґрунту, можна пояснити тим, що в чорноземах мінералізація органічного азоту активно здійснюється восени, але зниження температур змінює склад ґрунтової мікрофлори [17, 18], уповільнює процеси нітрифікації, накопичує аміачний азот та погіршує аерацію. Саме тому процеси мінералізації гальмуються і встановлюється домінування іммобілізації. Підвищення ж осінньої температури повітря сприяє посиленню нітрифікації і збільшенню насиченості ґрунту нітратами. За відмови від обертання пласта в прохолодних умовах температура в орному шарі ґрунту частіше за все є нижчою, ніж на відвальній оранці [12, 19, 20], що пояснює наявність більш щільної залежності формування нітратного режиму ґрунту від температур жовтня-листопаду попереднього (минулого) року при застосуванні *no-till*. Негативну кореляцію насиченості ґрунту нітратами у поточному році з кількістю осінніх опадів попереднього (минулого) року можна пояснити інтенсифікацією процесів мінералізації органічного азоту при достатньому зволоженні. Процес посилюється за наявності рослинних залишків у ґрунтозахисних технологіях (роблячи азот у ґрунті під *no-till* максимально залежним від метеоумов осені). Таким чином формуються умови для переведення азоту в амонійну форму (амоніфікація) з подальшою його фіксацією, зокрема, необмінно, глинистими мінералами. Окрім того, підвищення зволоженості зменшує аерованість ґрунту, що додатково негативно впливає на нітрифікацію.

Більш висока щільність від'ємної кореляції з *кількістю опадів* (для відвального обробітку $r = -0,18$, для безвідвального $r = -0,13$, для нульового обробітку $r = -0,15$), як і з *температурою повітря* (для відвального обробітку з $r = -0,34$, для безвідвального $r = -0,42$, для нульового обробітку $r = -0,05$), *періоду жовтень-листопад позаминулого року* за інтенсивних обробітків визначається переважанням витрат азоту над відновленням його кількості в ґрунті під культурами зерно-просапної сівозміни. Максимальний зв'язок для безвідвального плоскорізного, і несуттєвий – для нульового обробітку підтверджує урівноваження процесів витрат та накопичення нітратів у ґрунті за *no-till*.

Висновки

В результаті проведених досліджень виявлено, що за ґрунтово-кліматичних умов Донеччини *no-till* в зерно-просапній сівозміні сприяє меншій залежності азотного режиму ґрунту від погодних факторів теплої періоду поточного року, збільшуючи впливовість погоди поза вегетаційного періоду. Нульовий обробіток посилює залежність від температур та опадів осені і температурного режиму теплої періоду попереднього року, суттєво зменшуючи вплив метеофакторів позаминулого року.

Інтенсивні обробітки створюють протекторні умови восени, але можуть бути ризикованими за екстремальних погодних явищ у період вегетації рослин. Оранка характеризується максимально пролонгованим ефектом температурного впливу, збільшуючи щільність залежності від температурних показників позаминулого року. За безвідвального плоскорізного обробітку азот ґрунту виявляє максимальну чутливість до опадів теплої періоду поточного року і суми температур попереднього.

Визначено особливості азотного режиму за різних обробітків ґрунту. Показано, що інтенсивність відновлення вмісту рухомого азоту в ґрунті за нульового обробітку є нижчою відносно оранки та безвідвального плоскорізного обробітку, однак це зниження врівноважується і меншою інтенсивністю витрат азоту. ґрунт під оранкою характеризується максимальною інтенсивністю відновлення пулу рухомого азоту, а ґрунт, оброблений безвідвальним плоскорізом – максимальною швидкістю витрат азоту.

Список використаної літератури

1. Минеев В.Г. Практикум по агрохимии: Учебное пособие. М.: МГУ, 2001. 689 с.
2. Христенко А.О., Гладких Е.Ю., Юнакова Т.А. Оцінка азотного стану ґрунтів і рівня забезпеченості рослин азотом хімічними методами. *Вісник аграрної науки*. 2013. № 12. С. 17-20.
URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan_2013_12_5.
3. Коржов С.И. Влияние обработки почвы на биологические процессы. *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. 2010. № 3. (26). С. 14-17.

4. Циліурик А.И., Шапка В.П. Влияние мульчирующей обработки почвы на питательный режим чернозема в посевах ячменя ярового. *Вестник Прикаспия*. 2017. № 3(18). С. 31-42.
5. Циліурик А.И. Влияние мульчирующей обработки на питательный режим почвы в посевах подсолнечника. *Дальневосточный аграрный вестник*. 2017. №2(42). С. 53-62.
6. Lobell D.B., Field C.B. Global scale climate-crop yield relationships and the impacts of recent warming. *Environ. Res. Lett.* 2007. Vol. 2, P. 1–7.
7. Сердюченко Н. Оцінювання кліматообумовлених коливань урожайності основних зернових культур в Україні. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. 2014. Вип. 18(2). С. 95-101. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ttar_2014_18%282%29__12.
8. Gschwendtner S., Tejedor J., Bimuller C. [et al.]. Climate change induces shifts in abundance and activity pattern of bacteria and archaea catalyzing major transformation steps in nitrogen turnover in a soil from a mid-European beech forest. *PLoS One*. 2014. URL : <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0114278>.
9. Can non-inversion tillage and straw retention reduce N leaching in cereal-based crop rotations? / E. Hansen, L.J. Munkholm, B. Melander [et al.]. *Soil & Tillage Res.* 109 (2010). P.1-8.
10. Tebrügge F. No-tillage visions – protection of soil, water and climate and influence on management and farm income. In: Garcia-Torres, L., Benites, J., Martínez-Vilela, A. (Eds.), *Conservation Agriculture – A Worldwide Challenge*. World Congress on Conservation Agriculture, Vol 1 (2001). P. 303-316.
11. Soane B.D., Ball B.C., Arvidsson J., Basch G., Moreno F., Roger-Estrade J. No-till in northern, western and south western Europe: A review of problems and opportunities for crop production and the environment. *Soil & Tillage Research*. Vol. 118. 2012. P. 66-87.
12. Bista P. Effects of tillage system on greenhouse gas fluxes and soil mineral nitrogen in wheat (*Triticum aestivum*, L.) - fallow during drought / P. Bista, U. Norton, R Ghimire, J. B. Norton. *Journal of Arid Environments* 147 (2017). P. 103-113.
13. Смага І.С., Назаренко І.І., Черлінка В.Р. Оцінка ґрунтово-кліматичних умов Південного Прикарпаття стосовно вирощування озимої пшениці. *Вісник аграрної науки*. 2006. №6. С. 22–25.
14. Леньшин О. Грицевич Ю. Погодні умови та основний обробіток ґрунту під пшеницю озиму. Матеріали конференції. Тернопіль, 2014. 10.16-17. Електронний документ. URL: http://econf.at.ua/publ/konferencija_2014_10_16_17/sekcija_1_silskogospodarski_nauki/pogodni_umovi_ta_osnovnij_obrobitok_gruntu_pid_pshenicju_ozimu/4-1-0-12.
15. Селянинов Г.Т. Принципы агроклиматического районирования СССР. *Вопросы агроклиматического районирования СССР*. Москва: МСХ СССР, 1958. С. 7–14.
16. Сайко В.Ф. Наукові основи стійкого землеробства в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2011. № 1. С. 5-12.
17. Новосёлов С.И. Влияние агроэкологических условий на аммонифицирующую и нитрифицирующую способность почвы. *Вестник Марийского государственного университета*. Серия "Сельскохозяйственные науки. Экономические науки". 2015. С. 42-46. Электронный документ. Точка доступа: <http://agro-econom.vestnik.marsu.ru/view/journal/download.html?id=1045>.
18. Соболева Е.А., Лукин А.Л. Влияние агроэкологических условий на численность и активность почвенной микрофлоры при выращивании подсолнечника в южной Лесостепи ЦЧР. *Вестник воронежского государственного аграрного университета*. 2013. № 1. С. 18-24.
19. Глухих М. А. Влага черноземов Зауралья и пути ее эффективного использования. М.-Берлин : Директ-Медиа, 2015. 359 с.
20. Бейкер С.Д. Сэкстон К.Е. Природа риска в no-till. Посев по технологии no-till в рамках почвозащитного земледелия : Перев. с англ. Днепрпетровск, 2007. С. 33–47.

UDC 631.153.3

Content of nitrates in the soil under the grain-spreading crop rotation, depending on the method of its tillage and meteorological factors

Ya.A. Pogromska*

NSC "Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky", Kharkiv, Ukraine

*E-mail: joanap@i.ua

In the conditions of stationary field experiments on the chernozem ordinary in the Donetsk region during nine years (1997-2005), the content of nitrates in the soil under the arable layer was monitored under the main crops of grain-spreading crop rotation in variants with different methods of soil tillage. At the same time, the annual dynamics of rainfall and air temperature were recorded. The long-term effect of the influence of meteorological factors on the formation of nitrate nutrition of plants was revealed. It is shown that the content of nitrates depends on the weather conditions not only of the current, but also of the previous two years, as well as on the method of basic soil tillage. The peculiarities of formation of the soil nitrogen regime on variants with traditional moldboard plowing, moldboardless and zero tillage were determined. It has been shown that the zero tillage maximally protects the soil from overheating and overdrying during a hot period of the year, which contributes to the preservation of a readily accessible nitrogen pool, but does not guarantee its loss reduction under low air temperatures and under the conditions of soil overmoistening in late autumn. The rate of restoration of the content of available nitrogen in the soil under zero tillage is lower, compared to plowing and moldboardless tillage, however, this difference is offset by a lower intensity of nitrogen consumption. The maximum rate of recovery of a pool of available nitrogen was stated on plowing variants, and the maximum intensity of expenditure - under moldboardless tillage. All conclusions were confirmed by the results of correlation analysis and dispersion analysis ANOVA.

Key words: nitrates; agro-climatic conditions; plowing; moldboardless tillage; no-till; precipitation; air temperature.