

УДК [551.524/.577+631.416/.572]:631.445.5

Кудря С. І.¹, Тараріко Ю. О.², Кудря Н. А.¹¹ Державний біотехнологічний університет² Інститут водних проблем і меліорації НААНkudryasi.com@gmail.com

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКИ МІЖ ГІДРОТЕРМІЧНИМИ УМОВАМИ, ПОЖИВНИМ РЕЖИМОМ І НАДХОДЖЕННЯМ НЕТОВАРНОЇ ПРОДУКЦІЇ В ҐРУНТ

Вступ. Урожайність культур і продуктивність сівозмін визначаються взаємодією низки різних чинників: обсяг виносу поживних речовин попередники, запаси рухомих біогенних елементів, співвідношення азоту до вуглецю та ін. Усі ці чинники тісно пов'язані між собою та впливають на врожайність вирощуваних культур. Водночас вплив згаданих вище чинників на процеси фотосинтезу, а також їх взаємовплив, значною мірою залежить від специфіки гідротермічних умов окремих років.

Об'єкти та методи досліджень. Успішний розвиток сільськогосподарського виробництва передбачає широке запровадження найновіших наукових розробок, які отримані на основі застосування сучасних методів досліджень. Методологічною основою наших досліджень був принцип єдності та взаємозв'язку об'єкту з умовами навколишнього природного середовища. При встановленні істини в процесі аналізу отриманих результатів такий підхід найбільш відповідав принципу пізнання дійсності, яка об'єктивно існує.

Дослідження з вивчення взаємозв'язків між гідротермічними умовами, поживним режимом ґрунту та врожайністю сільськогосподарських культур, були проведені в стаціонарному польовому досліді кафедри землеробства та гербології ім. О. М. Можейка Державного біотехнологічного університету, результати досліджень обробляли з використанням розрахункових методів [1, 2].

У процесі виконання дослідницької роботи для досягнення поставленої мети були використані загальнонаукові та спеціальні для аграрної науки методи досліджень. З загальнонаукових був використаний метод експерименту.

У досліді вивчали 16 варіантів польових сівозмін короткої ротації. Схеми сівозмін відрізнялися першими та третіми культурами. Попередниками пшениці озимої, а відповідно першими культурами сівозмін були: горох, чина, сочевиця та квасоля на зерно, кукурудза на силос, вико-вівсяна сумішка та соя на зелений корм і чистий пар. На третій рік ротації сівозмін вирощували буряки цукрові та гречку. Останньою культурою в усіх сівозмінах був ячмінь ярий. Загальна площа стаціонару складає 4 га. Площа посівної ділянки – 142 м², облікової – 50–100 м². Розміщення варіантів у досліді – систематичне, повторність – триразова [3].

Агротехніка вирощування сільськогосподарських культур у досліді загальноприйнята для умов Харківської області [4], за винятком заходів у досліді. Вирощували сорти та гібриди сільськогосподарських культур, які занесені до Державного реєстру сортів і рослин, придатних до вирощування в Лісостепу України.

Під час закладання та проведення польового стаціонарного досліді було використано стандартизовані та загальноприйняті методики. Досліджували органічну систему удобрення з використанням на добриво тільки нетоварної

частини врожаю: соломи бобових, у середньому по роках і культурах 2,7 т/га, соломи пшениці озимої, у середньому по роках і попередниках 5,1 т/га, соломи гречки – 2,5 т/га, гички буряків цукрових – 10 т/га, соломи ячменю ярого – 2,5 т/га та поживних і корневих решток усіх сільськогосподарських культур сівозмін [5].

Ґрунтовий покрив і кліматичні умови є типовими для зони в якій проводили дослідження. Погодні умови за останні десятиліття характеризуються поглибленням проблем зони, що позначаються у високій сонячній інсоляції. Відзначається нерівномірність розподілу опадів із підвищеним і більш тривалим проявом посухи. Зазначені умови суттєво вплинули на формування врожаю.

Аналіз кліматичних змін у районі свідчить, що за гідротермічним коефіцієнтом (ГТК) Селянинова у 58 % випадків відзначаються посушливі умови вегетаційного періоду. За показником коефіцієнта водного балансу тенденція до збільшення дефіциту вологи в часі підтверджується і це є головним чинником низької продуктивності сільськогосподарських земель. У свою чергу встановлені закономірності коливання температурного та поживного режимів супроводжуються істотними змінами врожайності культур, співвідношенням основної і нетоварної продукції та обсягом надходження в ґрунт свіжої органічної речовини, що також істотно відбивається на продуктивності посівів наступного року.

Результати та обговорення. За 24-річний період для території Лівобережного Лісостепу України обґрунтовано характер і спрямованість впливу змінних гідротермічних умов на динаміку агрохімічних властивостей чорнозему типового; удосконалено пошук математичних взаємозв'язків між кількістю опадів, температурою повітря, обсягом надходження в ґрунт малоцінної частини врожаю на добриво та запасами в ньому основних елементів живлення.

Отримані результати свідчать, що в сівозмінах відбувається динамічний процес формування запасів біогенних елементів на який у часі з різною активністю впливає складний комплекс чинників. Це, окрім безповоротного відчуження азоту, фосфору та калію з основною продукцією, є періодичне зв'язування елементів надлишками органічного вуглецю нетоварної продукції з наступним поновленням їх запасів з недоступних сполук, що відбувається з різною інтенсивністю під дією інших чинників, зокрема змінних гідротермічних умов. Усі ці процеси переплітаються в часі, що ускладнює виявлення їх значимості у формуванні поживного режиму ґрунту, врожаю окремих культур, встановлення їх специфічного взаємовпливу в сівозмінах. Однак довгий ряд експериментальних даних дає змогу припустити, що одним із визначальних чинників у формуванні продуктивності цих сівозмін є азотний режим ґрунту. Це видно з динаміки врожайності ячменю – заключної культури сівозміни та гороху – першої культури сівозміни і запасів доступного для рослин азоту в рік збирання врожаю цих культур. Отримані результати свідчать про наявність тенденції однакового впливу кількості цього елемента на врожайність гороху та ячменю, не дивлячись на те, що ґрунтові зразки для аналізу відбирали перед збиранням врожаю ячменю. Аналогічна спрямованість процесів відзначалася при аналізі врожайних даних у такій площині інших бобових культур, яка в кінцевому результаті має позитивний вплив нетоварної продукції на їх урожайність зокрема, та на азотний режим сівозміни в цілому. Це може також вказувати на загальну позитивну дію рослинних решток на формування запасів азоту в цілому по сівозміні, а також показує значення в ній бобової компоненти порівняно з кукурудзою. По інших елементах такого ефекту не відзначали, спостерігали лише

вплив їх кількості у поточному році, на продуктивність посівів у наступному.

Важливим завданням є встановлення чинників значного коливання кількості біогенних елементів у ґрунті, зокрема, на фонах без тривалого застосування мінеральних добрив. У цьому напрямі для встановлення наявності впливу кількості опадів і суми температур ми співставляли агрометеорологічні показники з рівнями забезпечення орного шару елементами живлення в окремі роки досліджень. У результаті опрацювання цих даних виявлено, що кожен додатковий 1 мм опадів може забезпечувати середнє зростання кількості азоту на 1 кг/га. Так, якщо за період з листопада по березень 2008–2009 рр. випало 355 мм, що влітку забезпечувало запаси на рівні 470 кг/га, то за цей період 2010–2011 рр. ці ж показники, відповідно, становили 150 і 350 кг/га.

Прослідковується зворотній зв'язок між кількістю опадів за грудень–січень і кількістю доступного фосфору в ґрунті. Так, мінімальну кількість опадів за зазначений період зафіксовано у 1999 р. на рівні 25 мм, максимальну – на рівні 132 мм – у 2009 р. Відповідно, запаси доступного фосфору влітку наступних років становили 528 і 206 кг/га.

Виявлено, що вміст рухомого калію змінювався залежно від суми температур із серпня по квітень. Якщо за цей період у сезон 2007–2008 рр. сума температур була найменшою то запаси рухомого калію після відбору ґрунтових зразків у середині літа становили 331 кг/га. За значно тепліший осінньо-весняний сезон 2006–2007 рр. накопичення цього елемента до кінця літа сягнуло 550 кг/га. Підрахунки показали, що на кожний додатковий градус тепла в не вегетаційний період у середньому можна очікувати накопичення на рівні 10 кг/га рухомого калію. Наведені розрахунки є спрощеними і не відбивають реального впливу гідротермічних умов окремих років на запаси елементів живлення. Це обумовлено наявністю маси інших чинників впливу. Однак математичний обробіток експериментальних даних показав наявність певних тенденцій залежності між погодними умовами та поживним режимом ґрунту, що, очевидно, можуть враховувати значення інших не виявлених чинників.

Отримані дані та проведені розрахунки дають змогу стосовно ґрунтово-кліматичних умов вказаного району для зазначених періодів гідротермічних показників орієнтовно оцінювати очікувану забезпеченість цими елементами орного шару ґрунту на середину вегетаційного періоду наступного року. Якщо кількість опадів за період листопад–березень складає 180 мм, за період грудень–січень – 70 мм, сума температур за холодний період року була високою, то наступного року очікуваний запас легкогідролізного азоту, доступного фосфору й обмінного калію в 30 см шарі ґрунту буде на рівні 400, 420 і 440 кг/га, відповідно. Якщо коефіцієнт використання цих елементів пшеницею озимою складає 34, 11 і 17 %, то рослини здатні поглинути відповідно 136, 46 і 75 кг/га. Їх винос 1 т зерна з відповідною кількістю соломи знаходиться на рівні 30, 10 і 20 кг, отже потенціал продуктивності культури за азотом наступного року складе 4,5 т/га, за фосфором – 4,6 т/га і за калієм – 3,8 т/га. За таких погодних умов у попередньому році, лімітуючим урожайність пшениці буде саме калій.

Фактичні максимальні показники для останніх трьох культур близькі до розрахункових, на пшениці та горосі експериментально отримані врожайні дані значно перевищують теоретично розраховані. Це може свідчити про можливість поглинання рослинами елементів живлення з глибших шарів ґрунту, а також може вказувати на вплив інших чинників, що обмежують використання наявних запасів біогенних елементів. Одним із таких чинників можуть бути умови зволоження. За час ведення досліджень кількість опадів істотно коливалася за роками і

найбільший її рівень відзначався в 1997 р. – 694 мм, найменший – у 2008 р. – 451 мм із середнім значенням 563 мм. У результаті кореляційного аналізу прямого достовірного зв'язку між річною кількістю опадів і поживним режимом ґрунту встановлено не було. Співставлення помісячного надходження вологи з кількістю доступного азоту показало наявність тенденції її залежності від суми опадів за холодний період року з листопада по березень включно. Ця тенденція описується поліномом п'ятого порядку з $R^2=0,66$ і полягає в тому, що з покращанням умов зволоження кількість сполук легкогідролізного азоту все ж скорочується. Таке положення пояснюється посиленням біологічної активності, мобілізацією азоту мікроорганізмами та його інтенсивним поглинанням рослинами за сприятливих умов зволоження в теплий період року.

Протилежна тенденція відзначається при співставленні запасів доступного фосфору в кінці вегетаційного періоду та кількістю опадів за зимовий період – чим більше накопичується вологи тим менше вміст цього елемента в орному шарі ґрунту. Це також можна пояснити активним його засвоєнням ґрунтовою біотою та рослинами за сприятливих умов зволоження у період вегетації.

У результаті кореляційного аналізу динаміки запасів елементів живлення та змін погодних умов за роками досліджень прослідковується певна тенденція до залежності між сумою температур за холодний період року та кількістю в орному шарі рухомого калію. Доказано, що чим вище температура повітря впродовж зазначеного проміжку часу, тим більше калію на кінець вегетації наступного року. Можливо така тенденція зумовлена інтенсивнішим ходом обмінних процесів у ґрунтово-поглинальному комплексі за вищих температур.

Згідно схеми досліду після пшениці озимої наступними культурами сівозмін були гречка та буряки цукрові. Під ці культури також заробляли нетоварну продукцію попередника. Обсяги надходження в ґрунт соломи пшениці озимої коливалися за роками в межах 2,6–7,2 т/га. З їх зростанням відзначається тенденція до зниження врожайності наступних буряків цукрових і гречки. З одного боку це пояснюється широким співвідношенням С:N у пшеничній солоні – 95:1 та виникненням дефіциту доступних форм азоту навесні після посіву цих культур. З другого боку на ці процеси можуть впливати зміни умов зволоження та температурного режиму протягом холодного періоду року. За теплої зими та достатньої кількості опадів активність процесів мінералізації підвищується, накопичення мінеральних сполук азоту збільшується та поліпшується азотне живлення рослин.

Водночас можна стверджувати лише про наявність загальних позитивних тенденцій, оскільки ефективність нетоварної продукції істотно коливалася в часі та залежала від низки інших чинників, зокрема, від умов зволоження, біологічної активності ґрунту, мінералізації різних фракцій його органічної речовини. При цьому обсяги надходження нетоварної продукції гречки коливалися від 2 до 5 т/га, з якими в ґрунт поверталася 20–50 кг/га азоту, 8–20 кг/га фосфору, 32–80 кг/га калію. У міру розкладання органічної речовини ці елементи вивільнюються і використовуються рослинами в процесі їх росту, що і відбивається в кінцевому результаті на поліпшенні поживного режиму чорнозему типового.

Надходження соломи ячменю під горох коливалася за роки досліджень від 0,9 до 3,8 т/га. З нею в ґрунт поверталася досить значна кількість поживних речовин: 6–25 кг/га азоту, 2–9 кг/га фосфору та 13–53 кг/га калію. Не дивлячись на це, співвідношення в ній С:N достатньо широке та становить 75:1, що може свідчити про високу вірогідність погіршення поживного режиму ґрунту в роки з підвищеним надходженням нетоварної продукції ячменю ярого в зв'язку з

низькими темпами її мінералізації. Особливо висока така ймовірність за недостатньої кількості опадів, особливо в холодний період року. Природно, що подібні коливання умов зволоження та надходження в ґрунт солом'яної маси впливатимуть і на наступні культури.

Висновки. Прямого достовірного зв'язку між річною кількістю опадів і поживним режимом ґрунту встановлено не було. Співставлення помісячного надходження вологи з кількістю доступного азоту показало наявність тенденції її залежності від суми опадів за холодний період року з листопада по березень включно. Помічено, що покращення умов зволоження приводить до зменшення кількості сполук легкогідролізного азоту. Це пояснюється посиленням біологічної активності, мобілізацією азоту мікроорганізмами та його інтенсивним поглинанням рослинами за сприятливих умов зволоження в теплий період року.

При співставленні запасів доступного фосфору в кінці вегетаційного періоду з кількістю опадів за зимовий період прослідковується тенденція до зменшення вмісту цього елемента в орному шарі ґрунту зі збільшенням вмісту вологи в ньому. Це також можна пояснити активним його засвоєнням ґрунтовою біотою та рослинами за сприятливих умов зволоження вегетаційного періоду.

Дослідженнями виявлена певна тенденція до залежності між сумою температур за холодний період року та кількістю в орному шарі рухомого калію. Доказано, що чим вище температура повітря впродовж зазначеного проміжку часу, тим більше калію на кінець вегетації наступного року. Можливо така тенденція зумовлена інтенсивнішим ходом обмінних процесів у ґрунтово-поглинальному комплексі за вищих температур.

Список використаних джерел

1. Розробка ґрунтозахисних ресурсо- та енергозберігаючих систем ведення сільськогосподарського виробництва з використанням комп'ютерного програмного комплексу: рекомендації. Київ: Нора-Друк, 2002. 122 с.
2. Меліоровані агроєкосистеми. Оцінка та раціональне використання агроресурсного потенціалу України. Зони зрошення і осушення: монографія / За ред. М. І. Ромашенка, Ю. О. Тараріко. Ніжин: ПП Лисенко М. М. 2017. С. 95–116.
3. Основи наукових досліджень в агрономії / В. О. Єщенко, П. Г. Копитко, П. В. Костогриз, В. П. Опришко; за ред. В. О. Єщенка. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К»», 2014. 332 с.
4. Весняно-польові роботи в господарствах Харківської області у 2016 році – інноваційне забезпечення / О. В. Нездюр, В. В. Грицаєнко, О. С. Федішина та ін. Харків, 2016. 54 с.
5. Кудря С. І. Наукові основи формування сталих органічних агроєкосистем у Східному Лісостепу України: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 03.00.16. Житомир, 2021. 55 с.