



Г. М. Господаренко
доктор с.-г. наук, професор кафедри
агрохімії і ґрунтознавства
Уманського національного
університету садівництва
hospodarenko@mail.ru

УДК 631.84:631.42:635.657



С. В. Прокопчук
аспірант кафедри агрохімії і ґрунтознавства
Уманського національного
університету садівництва
sergsi_1987@mail.ru

ВПЛИВ АЗОТНИХ ДОБРІВ НА ПОЖИВНИЙ РЕЖИМ ЧОРНОЗЕМУ ОПІДЗОЛЕНОГО ТА ВРОЖАЙ НУТУ

Анотація. Наведено результати досліджень впливу різних доз мінеральних азотних добрив як з передпосівною інокуляцією так і без неї, на поживний режим ґрунту та врожайність насіння нуту на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України. Показано, що застосування мінеральних добрив сумісно з інокуляцією насіння істотно збільшує врожайність нуту. У досліді вирощували сорт нуту Розанна. Високий рівень врожаю забезпечує проведення вапнування ґрунту, та внесення $P_{60}K_{60}$ під оранку і стартової дози азотних добрив під передпосівну культивування та проведення інокуляції насіння. Встановлено, що під посіви нуту найефективніше вносити мінеральні добрива в нормі $N_{30}P_{60}K_{60}$ у поєднанні з інокуляцією насіння та обробкою молібденовим добривом. З азотних добрив краще застосовувати сульфат амонію. На врожайність нуту також мали істотний вплив погодні умови в період вегетації і агротехнологічні заходи, що вивчалися в досліді.

Ключові слова: нут, нітратний азот, амонійний азот, поживний режим, чорнозем опідзолений, мінеральні добрива, врожайність.

Г. Н. Господаренко

доктор сільськогосподарських наук, професор Уманського національного університету садівництва

С. В. Прокопчук

аспірант Уманського національного університету садівництва

ВЛИЯНИЕ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПИТАТЕЛЬНЫЙ РЕЖИМ ЧЕРНОЗЕМА ОПОДЗОЛЕННОГО И УРОЖАЙ НУТА

Аннотация. Приведены результаты исследований влияния различных доз минеральных азотных удобрений как с предпосевной инокуляцией так и без нее, на питательный режим почвы и урожайность семян нута на черноземе оподзоленном Правобережной Лесостепи Украины. Показано, что применение минеральных удобрений совместно с инокуляцией семян существенно увеличивает урожайность нута. В опыте выращивали сорт нута Розанна. Высокий уровень урожая обеспечивает проведение известкования почвы и внесения $P_{60}K_{60}$ под вспашку, стартовой дозы азотных удобрений под предпосевную культивацию и проведения инокуляции семян. Установлено, что под посевы нута эффективно вносить минеральные удобрения в норме $N_{30}P_{60}K_{60}$ в сочетании с инокуляцией семян и обработкой молибденовым удобрением. Среди азотных удобрений лучше применять сульфат аммония. На урожайность нута также оказали существенное влияние погодные условия в период вегетации и агротехнологические мероприятия.

Ключевые слова: нут, нитратный азот, аммонийный азот, питательный режим, чернозем оподзоленный, минеральные удобрения, урожайность.

G. M. Hospodarenko

Doctor of Agricultural Sciences, Professor Uman National University of Horticulture

S. V. Prokopchuk

Post-graduate student Uman National University of Horticulture

INFLUENCE NITROGEN FERTILIZER ON NUTRITIONAL MODE PODZOLIZED HARD CLAY CHORNOZEM AND YIELDING-CAPACITY CHICKPEA

Abstract. In this article the results of research effects of different rate of nitrogen fertilizer on nutritional mode podzolized hard clay chornozem of the Right-bank forest-steppe Ukraine and yielding-capacity chickpea seeds.

One of the main nutrients for plants are nitrogen. Its deficiency in most soils requires constant of nitrogen fertilizer to produce high yielding-capacity of agriculture crops and improve product quality.

The need for application nitrogen fertilizers in growing technology legumes remains controversial. Nitrogen compounds influence the formation and functioning of the legume-rhizobium complex at all stages of formation and functioning of the symbiosis.

No less important is the question of providing highly effective symbiosis with bacteria chickpeas. Therefore, the technology of growing chickpeas agromeasure must be pre-sowing seed treatment biological products selection of appropriate strains of rhizobia. This combined with the optimal rate of mineral fertilizers promotes increase plant productivity. Therefore, the research of the question nutritional mode by a combination of fertilizer and inoculation of chickpea is actual.

The aim of the research was to identify influence nitrogen fertilizer on nutritional mode podzolized hard clay chornozem and yielding-capacity chickpea seeds which was inoculated azotfiksuvalnymy bacteria.

The research was conducted during 2011 – 2013 years, in terms of a temporary experiment on the experimental field of Uman National University of Horticulture. Soil on the tested plots is podzolized hard clay chornozem.

Variety of chickpea Rosanna was sowed after winter wheat. Fertilizers used in the following forms: ammonium nitrate, urea,

ammonium sulphate, superphosphate double, potassium chloride, ammonium molybdate. Limestone material – defecate, which two years of exposure CaCO_3 content of 70 %. Its application rate calculated by hydrolytic acidity.

Phosphate, potash fertilizer and defecate were applied during autumn ploughing, nitrogen fertilizers - during pre-sowing cultivation and leaf nutrition - in the phase of bean formation of chickpeas. Before sowing the seeds were treated with suspension of Ryzobofit (specimen of nodule bacteria *Mesorhizobium ciceri* made from strain H-12 at the rate of 106 bacteria for a seed).

Harvesting and recording of crops of chickpea was carried on each plot by means of direct combine harvesting. Straw yielding-capacity was determined by method of trial sheaf.

Established that the early formation of nodules and effective symbiosis in chickpea crop formation participates symbiotic nitrogen. The amount of nitrogen that is needed for maintaining plant growth and development to be included in the process of nitrogen fixation, and provides little soil reserves. For insurance of plants against possible shortages of nitrogen in case of delay the appearance of nodule bacteria or slow their development in adverse conditions is necessary to apply start rate of nitrogen fertilizer.

The greatest influence on the yielding-capacity chickpeas have stocks of mineral nitrogen compounds in the soil layer 0 – 100 cm in its flowering phase and it is independent - were inoculated seeds or not. Tightness of communication between these indicators the coefficient of determination was high ($R^2 = 0,8$).

The yielding-capacity of chickpea in the experiment significantly dependent on weather conditions during the growing season, Agrotechnological measures that studied in the experiment and changed from 2,15 to 3,67 t/ha over the three years of the research. Replacement of ammonium nitrate, ammonium sulfate (variant $\text{P}_{60}\text{K}_{60} + \text{N}_{30}\text{S}_{35}$) promoted the increase chickpea yielding-capacity by 7 % or 0,2 kg/ha. To enhance yielding-capacity of chickpea grain is necessary to conducting a background of liming to apply phosphate and potash fertilizers and handle seeds Ryzobofitom. Conducting inoculated seeds chickpea drugs azotfikskation bacteria and processing of molybdenum fertilizer it should be mandatory to measure agrotechnological on podzolized hard clay chornozem. The start rate of nitrogen fertilizer of 30 kg/ha D.R. is better to use as ammonium sulfate, which will also contribute to improving nutrition chickpea sulfur.

In the Right-bank forest-steppe Ukraine nutritional mode podzolized hard clay chornozem and system fertilizing when growing chickpeas should consist of applying of phosphate and potash fertilizers and main cultivation soil in norm 60 kg/ha, D.R. and starting rate of nitrogen fertilizer in the form of ammonium sulfate (30 kg/ha D.R.) in combination with seeds inoculation azotfikskation bacteria and treating its molybdenum fertilizer. Also effective is to carry out liming of acid soils.

Keywords: chickpea, nitrate nitrogen, ammonia nitrogen, nutritional mode, podzolized hard clay chornozem, mineral fertilizer, yielding-capacity.

Постановка проблеми. Необхідність застосування азотних добрив у технології вирощування бобових культур залишається дискусійною. Відомо, що азотні сполуки впливають на бобово-ризобіальний комплекс на всіх етапах формування та функціонування симбіозу, починаючи з утворення ризосфери та бульбочок, і закінчуючи процесом активної азотфіксації [1].

Питання раціонального використання мінеральних добрив у технології вирощування нуту нині є досить актуальним, з погляду реалізації потенціалу продуктивності цієї культури. Не менш важливим є питання забезпечення високоефективного симбіозу нуту з бактеріями. Тому в технології вирощування нуту обов'язковим агроприємом має бути передпосівна обробка насіння біопрепаратами селекційних штамів відповідних ризобій, яка у поєднанні з оптимальними нормами мінеральних добрив максимально підвищує продуктивність рослин. Отже, дослідження питання поживного режиму за поєднання добрив та інокюляції нуту є досить актуальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вирощування сільськогосподарських культур для отримання високих і якісних урожаїв, збереження та відтворення родючості ґрунтів без застосування добрив практично не можливе. Про це свідчить щорічне світове зростання потреби у добривах, що пов'язано з прагненням аграріїв збільшити врожайність сільськогосподарських культур [2].

Нут – одна з основних культур світового землеробства. За посівними площами вона посідає третє місце серед зернобобових культур, поступаючись лише сої та квасолі. Однак, нині в Україні виробничі посіви нуту поки що незначні, але з кожним роком збільшуються [3].

Завдяки біологічній фіксації азоту нут зберігає та підвищує родючість ґрунту. Після його збирання в ґрунті залишається 100 – 120 кг/га біологічного азоту. Урожайність пшениці озимої після нуту вища на 2 – 4 ц/га порівняно з чистим паром. Перед посівом озимих культур після збирання нуту азотні добрива не застосовують [4].

Одержання високих урожаїв сільськогосподарських культур передбачає поповнення запасів азоту в ґрунті [5]. Азот внесених добрив має значний вплив на фізіологічні процеси, що відбуваються в рослині, підвищує тим самим стійкість рослин до нестачі тепла, сприяє швидкому наростанню вегетативної маси, підвищує продуктивність фотосинтезу та значно скорочує транспіраційний коефіцієнт

рослин нуту [6].

Мінеральні азотні добрива після внесення в ґрунт відразу вступають у різні реакції та під впливом хімічних, фізико-хімічних або біологічних процесів перетворюються в рухомі мінеральні сполуки – обмінний амоній або нітрати [7].

Роль амонійного та нітратного азоту в живленні рослин не однакова. Нітрати є основною формою азотного живлення рослин. Цінність ґрунтового поглинутого амонію як джерела азоту менша, і наявність уміст досить значної його кількості в ґрунті ще не означає доброї забезпеченості рослин цим елементом живлення. Амонійна форма азоту порівняно з нітратною менш доступна для рослин, особливо на кислих ґрунтах, оскільки основна частина амонію знаходиться в ґрунті в поглинутому стані, а кисла реакція ґрунтового розчину не сприяє процесу нітрифікації [8].

Інтенсивний розвиток рослин упродовж вегетаційного періоду можливий за оптимального азотного живлення. Система застосування азотних добрив – дози, строки та способи внесення урізноманітнюються залежно від ґрунтово-кліматичних умов, генетичних особливостей ґрунтів, але в усіх регіонах України і на всіх типах ґрунтів їх ефективність перевищує природи врожаю від фосфорних і калійних добрив [9].

Уміст мінеральних сполук азоту в ґрунті динамічний у часі. Вони легко рухомі, легкокорозинні й легкодоступні [10]. Доступність їх рослинам визначають біологічні процеси, що проходять у ґрунті, які залежать від ґрунтово-кліматичних і погодних умов [11].

Високобілкова культура нут засвоює велику кількість азоту, який використовує як з ґрунту, так і з повітря. Співвідношення біологічного і мінерального азоту залежить від умісту азоту в ґрунті та ефективності діяльності бульбочок на коренях рослин нуту [12].

Мета досліджень полягала у визначенні впливу мінеральних азотних добрив на поживний режим чорнозему опідзоленого та продуктивність нуту, насіння якого було інокюльоване азотфіксувальними бактеріями.

Методика дослідження. Дослідження проведено в умовах тимчасового дослідку на дослідному полі Уманського національного університету садівництва на чорноземі опідзоленому важкосуглинковому на лесі. Ґрунт дослідних ділянок мав такі агрохімічні показники: вміст

гумусу за ДСТУ 4289-2004 – підвищений (3,5 %), вміст азоту лужногідролітичних сполук за методом Корнфілда – низький, рухомих сполук фосфору та калію за модифікованим методом Чирікова ДСТУ 4115 – 2002 – середній, реакція ґрунтового розчину (ДСТУ ISO 10390 : 2007) – слабкокисло. Розміщення ділянок у досліді – послідовне, повторність триразова. Загальна площа дослідної ділянки – 54 м²; облікової – 30 м². Вивчали дію та взаємодію двох факторів: удобрення (фактор А), інокуляцію (фактор Б). Фосфорні та калійні добрива і дефекат вносили під основний обробіток ґрунту, азотні добрива – під передпосівну культивування, а також позакоренево – у фазу бобоутворення нуту. Добрива використовували у таких формах: аміачна селітра, карбамід, сульфат амонію, суперфосфат подвійний, калій хлористий, молібдат амонію. У якості вапняючого матеріалу використовували дефекат дворічної витримки з вмістом СаСО₃ 70 %, норму внесення якого розраховували за гідролітичною кислотністю.

За дві години до сівби насіння нуту обробляли суспензією ризобію (препарат бульбочкових бактерій *Mesorhizobium ciceri*, виготовлений на основі штаму Н-12 із розрахунку 10⁶ бактерій на насінину).

Висівали сорт нуту Розанна після пшениці озимої. Схему досліді наведено в табл. 1.

У ґрунті визначали вміст азоту нітратних і амонійних сполук – згідно ДСТУ 4729 : 2007.

Збирання та облік урожаю нуту проводили подільночно прямим комбайнуванням. Урожайність соломи визначали методом пробного снопа. Обробку даних врожайності та результатів досліджень проводили методом дисперсійного аналізу двофакторного польового досліді, використанням методів математичної статистики за допомогою програми «STATISTICA 6.0» та EXCEL.

Для якісної оцінки тісноти зв'язку використовували

коефіцієнт детермінації за шкалою Чеддока: 0,1 – 0,3 – незначний зв'язок; 0,3 – 0,5 – помірний; 0,5 – 0,7 – істотний; 0,7 – 0,9 – високий; 0,9 – 0,99 – дуже високий; 1 – функціональний [13].

Основні результати дослідження. Азот – один з основних елементів живлення рослин, нестача якого в більшості ґрунтів вимагає постійного внесення азотних добрив для отримання високих урожаїв сільськогосподарських культур і покращення якості продукції. В умовах достатнього зволоження азотні добрива дають 50 – 60 % загального приросту врожаїв від повного мінерального добрива [14].

Дослідженнями, проведеними в різних ґрунтово-кліматичних зонах [15], встановлено, що кількісна і якісна оцінка вмісту мінерального азоту в ґрунті дає можливість точніше встановлювати оптимальні норми азотних добрив і корегувати строки їхнього внесення.

Зазвичай азотний режим ґрунту відображають динамікою вмісту нітратного азоту, який водорозчинний та легко засвоюється рослинами нуту.

В результаті проведених досліджень встановлено, що всі норми добрив із різним співвідношенням елементів живлення в усіх варіантах досліді збільшували запаси азоту мінеральних сполук у ґрунті (табл. 1). Внесення азотних добрив на фосфорно-калійному фоні сприяло збільшенню запасів нітратного та амонійного азоту в усі фази розвитку нуту.

Так, у шарі ґрунту 0 – 100 см запаси нітратного азоту збільшилися порівняно з неудообреними ділянками у варіанті фон + N₃₀ у фазі гілкування нуту на 12,3 кг/га, цвітіння – на 12,8, бобоутворення – на 12,3 та повній стиглості 3,7 кг/га.

У варіанті досліді фон + N₆₀ упродовж вегетаційного

Таблиця 1

Запаси азоту мінеральних сполук у шарі ґрунту 0 – 100 см (2011 – 2013 рр.), кг/га

| Варіант досліді | Фаза росту і розвитку рослин | | | |
|---|------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | Гілкування | Цвітіння | Бобоутворення | Повна стиглість |
| Без добрив (контроль) | <u>37,9</u> 27,7 | <u>34,7</u> 24,8 | <u>29,9</u> 23,4 | <u>27,0</u> 16,5 |
| N ₆₀ K ₆₀ | <u>59,9</u> 40,2 | <u>51,5</u> 37,7 | <u>46,4</u> 33,8 | <u>31,2</u> 17,8 |
| N ₆₀ P ₆₀ | <u>60,7</u> 40,0 | <u>51,5</u> 37,1 | <u>46,4</u> 33,5 | <u>31,2</u> 17,9 |
| P ₆₀ K ₆₀ – фон | <u>37,9</u> 28,1 | <u>35,0</u> 25,2 | <u>29,7</u> 23,6 | <u>27,5</u> 16,6 |
| Фон + N ₃₀ | <u>50,2</u> 39,8 | <u>47,5</u> 39,7 | <u>42,2</u> 30,9 | <u>30,7</u> 18,0 |
| Фон + N ₃₀ S ₃₅ | <u>52,2</u> 40,3 | <u>46,2</u> 40,7 | <u>41,7</u> 31,0 | <u>31,7</u> 18,1 |
| Фон + N ₆₀ | <u>56,7</u> 41,0 | <u>51,7</u> 37,9 | <u>44,7</u> 32,0 | <u>31,5</u> 18,6 |
| Фон + N ₉₀ | <u>68,5</u> 44,0 | <u>58,0</u> 44,8 | <u>47,7</u> 33,7 | <u>32,0</u> 19,2 |
| Фон + Мо + N ₃₀ | <u>50,4</u> 40,6 | <u>50,2</u> 41,7 | <u>43,2</u> 31,5 | <u>29,9</u> 16,8 |
| СаСО ₃ + фон + N ₃₀ | <u>51,2</u> 40,9 | <u>50,0</u> 42,1 | <u>43,7</u> 31,4 | <u>29,9</u> 18,1 |
| СаСО ₃ + фон + Мо + N ₃₀ | <u>51,4</u> 41,1 | <u>51,0</u> 42,4 | <u>44,2</u> 32,6 | <u>30,7</u> 18,6 |
| СаСО ₃ + фон + Мо + N ₃₀ + N ₃₀ позакоренево | <u>50,4</u> 41,9 | <u>51,7</u> 43,2 | <u>42,4</u> 35,0 | <u>29,2</u> 19,2 |

Примітка. Над рискою – N – NO₃⁻, під рискою – N – NH₄⁺.

періоду нуту запаси нітратного азоту відповідно збільшилися на 18,8 кг/га, 17,0, 14,8 та 4,5 кг/га в порівнянні до контролю без добрив. За максимальної норми внесення азотних добрив (варіант фон + N₉₀) в усіх фазах розвитку рослин спостерігалось збільшення запасів нітратного азоту в ґрунті відповідно на 30,6 кг/га; 23,3; 17,8 і 5 кг/га порівняно з варіантом без добрив. У варіантах досліду на фоні застосування фосфорних і калійних добрив та проведення вапнування ґрунту показник запасів нітратного азоту був у фазі гілкування 50,4 – 51,4 кг/га, цвітіння 50,0 – 51,7, бобоутворення – 42,4 – 44,2 та при повній стиглості 29,2 – 30,7 кг/га.

Аналогічну залежність впливу норм азотного добрива спостерігали на запаси амонійного азоту в ґрунті. У період гілкування нуту даний показник, порівняно з контролем, збільшився при внесенні N₃₀ на 12,1 кг/га, N₆₀ – на 13,3, N₉₀ – на 16,3, а на фоні застосування фосфорних, калійних добрив і проведення вапнування ґрунту склав 13,6 кг/га. Така ж тенденція спостерігалась в фазах цвітіння, бобоутворення та повній стиглості зерна нуту. Вміст амонійного азоту за період вегетації нуту як у неудобреному, так і удобреному ґрунті зменшувався.

Одержані результати досліджень свідчать, що мінеральні добрива також змінюють співвідношення між запасами амонійного та нітратного азоту в ґрунті. Так, на ділянках без добрив частка азоту нітратів у складі азоту мінеральних сполук у ґрунті в фазу гілкування та цвітіння нуту становила 58 %, бобоутворення – 56 та повній стиглості 62 %. Застосування азотних добрив сприяло її збільшенню, наприклад, у варіанті досліду Фон + N₉₀ відповідно до 61 %; 56; 59 і 63 %.

Отримання високих урожаїв сільськогосподарських культур значною мірою залежить від ґрунтово-кліматичних умов вирощування культури, а також від рівня родючості ґрунту. Не менш важливий вплив мають і сортові особливості культури, удобрення та передпосівна інокуляція насіння зернобобових культур. Всі ці фактори в сукупності впливають на врожайність нуту.

Як видно з даних табл. 2, врожайність нуту залежала від погодних умов, які склалися впродовж вегетаційного періоду, фону живлення і комплексної взаємодії цих факторів. Так, залежно від року досліджень, найсприятливішим для формування високих урожаїв посівів нуту був вегетаційний період 2013 року, де середня по досліді врожайність була 3,23 т/га або на 0,11 і 0,46 т/га більшою порівняно з 2011 і 2012 роками відповідно. Одержанню таких високих показників сприяло оптимальне поєднання надходження вологи і тепла, як на початкових етапах росту і розвитку, так і на період досягання насіння нуту. Погодні умови 2011 року характеризувалися значним дефіцитом вологи, що не дозволило повністю реалізувати врожайний потенціал досліджуваного сорту на високих фонах азотного живлення, а не рівномірність надходження опадів і зливовий їх характер у кінці вегетації 2012 року було причиною часткових втрат зерна на час збору врожаю.

Як видно з одержаних даних, внесення з осені мінеральних добрив у нормі P₆₀K₆₀ у всі роки досліджень порівняно з варіантом без добрив (контроль) сприяло отриманню додаткового приросту врожаю насіння 0,27 – 0,32 т/га. Значний приріст урожайності було одержано в 2013 році, у варіанті досліду CaCO₃ + фон + Mo + N₃₀ +

Таблиця 2
Урожайність нуту залежно від фону мінерального удобрення та інокуляції насіння (2011 – 2013 рр.), т/га

| Варіант досліду (Фактор А) | Рік дослідження | | | Середнє за три роки | Приріст до контролю |
|--|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------|---------------------|
| | 2011 | 2012 | 2013 | | |
| Без добрив (контроль) | <u>2,17</u> 2,52 | <u>2,01</u> 2,29 | <u>2,27</u> 2,48 | <u>2,15</u> 2,43 | - |
| N ₆₀ K ₆₀ | <u>2,70</u> 3,23 | <u>2,35</u> 2,79 | <u>2,79</u> 2,98 | <u>2,61</u> 3,00 | <u>0,46</u> 0,57 |
| N ₆₀ P ₆₀ | <u>2,85</u> 3,41 | <u>2,50</u> 2,99 | <u>3,09</u> 3,29 | <u>2,81</u> 3,23 | <u>0,66</u> 0,80 |
| P ₆₀ K ₆₀ – фон | <u>2,44</u> 2,87 | <u>2,17</u> 2,58 | <u>2,64</u> 2,81 | <u>2,42</u> 2,75 | <u>0,27</u> 0,32 |
| Фон + N ₃₀ | <u>2,75</u> 3,31 | <u>2,46</u> 2,96 | <u>3,05</u> 3,19 | <u>2,75</u> 3,15 | <u>0,60</u> 0,72 |
| Фон + N ₃₀ S ₃₅ | <u>2,92</u> 3,59 | <u>2,56</u> 3,15 | <u>3,15</u> 3,35 | <u>2,88</u> 3,36 | <u>0,73</u> 0,93 |
| Фон + N ₆₀ | <u>2,93</u> 3,51 | <u>2,65</u> 3,13 | <u>3,29</u> 3,55 | <u>2,96</u> 3,40 | <u>0,81</u> 0,97 |
| Фон + N ₉₀ | <u>3,09</u> 3,56 | <u>2,75</u> 3,17 | <u>3,39</u> 3,46 | <u>3,08</u> 3,40 | <u>0,93</u> 0,97 |
| Фон + Mo + N ₃₀ | <u>2,97</u> 3,57 | <u>2,66</u> 3,20 | <u>3,15</u> 3,40 | <u>2,93</u> 3,39 | <u>0,78</u> 0,96 |
| CaCO ₃ + фон + N ₃₀ | <u>3,01</u> 3,71 | <u>2,75</u> 3,20 | <u>3,49</u> 3,76 | <u>3,08</u> 3,56 | <u>0,93</u> 1,13 |
| CaCO ₃ + фон + Mo + N ₃₀ | <u>3,04</u> 3,75 | <u>2,74</u> 3,24 | <u>3,52</u> 3,80 | <u>3,10</u> 3,60 | <u>0,95</u> 1,17 |
| CaCO ₃ + фон + Mo + N ₃₀ + N ₃₀ | <u>3,18</u> 3,80 | <u>2,84</u> 3,26 | <u>3,67</u> 3,95 | <u>3,23</u> 3,67 | <u>1,08</u> 1,24 |
| НІР ₀₅ за факторами | A – 0,07 B – 0,03 AB – 0,10 | A – 0,11 B – 0,04 AB – 0,15 | A – 0,09 B – 0,04 AB – 0,13 | | |

Примітка. Над рискою – без інокуляції, під рискою – з інокуляцією (фактор Б).

Таблиця 3
Кореляційна тіснота зв'язків (R^2) між запасами азоту мінеральних сполук у шарі ґрунту 0 – 100 см і врожайністю нуту

| Фаза росту і розвитку рослин | Без інокуляції | | | З інокуляцією | | |
|------------------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| | N-NO ₃ | N-NH ₄ | N _{мін} | N-NO ₃ | N-NH ₄ | N _{мін} |
| Гілкування | 0,3 | 0,7 | 0,5 | 0,3 | 0,7 | 0,4 |
| Цвітіння | 0,7 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,8 | 0,7 |
| Бобоутворення | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,7 | 0,6 |
| Повна стиглість | 0,3 | 0,6 | 0,5 | 0,3 | 0,5 | 0,5 |

N_{30} – 1,68 т/га, порівняно з контролем. Упродовж трьох років досліджень серед досліджуваних варіантів удобрення спостерігалася чітка тенденція – зі збільшенням рівня азотного живлення на фоні $P_{60}K_{60}$ рівень урожайності також збільшувався, досягаючи середнього значення, що становив без інокуляції від 2,96 до 3,40 т/га з застосуванням інокуляції.

Вплив фосфорного компоненту був значно меншим – приріст урожаю відповідно становив лише 5 %. Застосування калійних добрив у нормі 60 кг/га д. р. на азотно-фосфорному фоні з погляду впливу на врожай було неефективним. Підвищення норми внесення азотних добрив з 60 до 90 кг/га д. р. також не давало достовірного приросту врожаю нуту. Проте заміна у передпосівному удобренні аміачної селітри сульфатом амонію, особливо на фоні інокуляції насіння, було ефективним заходом.

Встановлено, що застосування молібденового добрива підвищує ефективність інокуляції. Проте ефективність його не проявляється на фоні вапнування, що можна пояснити підвищенням рухомості сполук молібдену в ґрунті зі зменшенням його кислотності.

Проведення позакореневого підживлення нуту в фазі гілкування розчином карбаміду не давало достовірного приросту врожаю нуту в усі роки проведення досліджень.

Ефективним агротехнологічним заходом під час вирощування нуту було застосування бактеріального препарату Ризобофіту. Це сприяло підвищенню врожайності нуту на 2,43 – 3,67 т/га або на 12 – 41 % залежно від варіанту дослідження. При цьому слід зазначити, що з підвищенням дози внесення азотних добрив під передпосівну культивування ефективність цього агрозаходу знижується.

Між запасами азоту мінеральних сполук у ґрунті та врожайністю нуту встановлено певні кореляційні залежності (табл. 3).

Як видно з даних табл. 3, у фазі гілкування та повній стиглості нуту між запасами нітратного азоту в ґрунті та врожайністю нуту, як без інокуляції так і з інокуляцією встановлено незначний кореляційний зв'язок ($R^2 = 0,3$). У фазах цвітіння та бобоутворення між запасами нітратного азоту в ґрунті та врожайністю встановлений істотний кореляційний зв'язок ($R^2 = 0,7$ і $0,5$). Також встановлено, що лише у фазі цвітіння між показниками запасів амонійного азоту в ґрунті та врожайністю нуту як із застосуванням інокуляції так і без неї встановлена висока кореляційна тіснота зв'язку ($R^2 = 0,8$). У фазах гілкування, бобоутворення та повній стиглості зерна такою була істотна кореляційна залежність ($R^2 = 0,6$ – $0,7$). При застосуванні інокуляції насіння врожайність нуту істотно залежала від загального вмісту мінерального азоту в ґрунті, в фазах цвітіння, бобоутворення та повної стиглості (відповідно $R^2 = 0,7$; $0,6$ і $0,5$). Проте в фазі гілкування при застосуванні інокуляції між загальним вмістом мінерального азоту та врожайністю нуту встановлено помірний кореляційний зв'язок ($R^2 = 0,4$).

Висновки. Лише при ранньому утворенні бульбочок і високоефективному симбіозі нут формує врожай за рахунок симбіотичного азоту. Кількість азоту, яка необхідна для підтримання росту і розвитку рослин до включення в процес азотфіксації, невелика і забезпечується ґрунтовими запасами. Для страхування рослин від можливої нестачі

азоту на випадок затримки або повільного розвитку бульбочкових бактерій при несприятливих умовах необхідно вносити стартову дозу азотних добрив.

Найбільший вплив на врожай нуту мають запаси азоту мінеральних сполук у шарі ґрунту 0 – 100 см у фазу його цвітіння і це не залежить – інокульоване було насіння чи ні. Тіснота зв'язку між цими показниками за коефіцієнтом детермінації була високою.

Поживний режим чорнозему опідзоленого Правобережного Лісостепу України при вирощуванні нуту та система удобрення повинна складатися з внесення фосфорних і калійних добрив під основний обробіток ґрунту в нормі по 60 кг/га д. р. і стартової дози азотних добрив у вигляді сульфату амонію (30 кг/га д. р.) у поєднанні з інокуляцією насіння азотфіксувальними бактеріями та обробленням його молібденовим добривом. Ефективним також є проведення вапнування кислих ґрунтів.

Література

1. Бабич Н. Н. Бактеризация – прием повышения производства белка / Н. Н. Бабич // Зерновые культуры. – 1997. – № 3. – С. 19 – 20.
2. Патица В. П. Агроэкологическая оценка минеральных удобрений та пестицидов / В. П. Патица, Н. А. Макаренко, Л. И. Моклячук і ін. – К.: Основа, – 2005. – 300 с.
3. Січкач В. Технологія вирощування нуту в Україні / В. Січкач, О. Бушуляк // Пропозиція. – 2001. – № 10. – С. 42 – 43.
4. Бутвина О. Ю. Высококонкурентные штаммы клубеньковых бактерий – основа эффективности биопрепаратов / О. Ю. Бутвина, Н. З. Толкачев, А. В. Князев // Микробиологический журнал. – 1997. – Т. 59, № 4. – С. 123 – 131.
5. Дідович С. В. Вплив мінерального азоту на ефективність симбіозу нуту (*Cicer arietinum* L.) з *Mesorhizobium ciceri* / С. В. Дідович, С. І. Портянко, О. М. Дідович // Тези наук. конф. молодих учених (Ужгород, 1 – 3 грудня 2005 р.). – Ужгород, 2005. – С. 48 – 49.
6. Радовня В. А. Влияние азотных удобрений на рост, развитие и урожайность озимого рапса в условиях Полесской зоны Беларуси / В. А. Радовня, С. П. Остапович, В. Н. Шлапунов // Земледелие и селекция в Беларуси: сб. науч. тр. / НАН Беларуси, Науч. Спратк. Центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск. 2006. – Вып. 44. – С. 40 – 49.
7. Гамзиков Г. П. Баланс и превращение азота удобрений / Г. П. Гамзиков, В. Н. Емельянова – Новосибирск : Наука, 1985. – 160 с.
8. Возбуцкая А. Е. Химия почвы / А. Е. Возбуцкая. – М. : Высшая школа, 1968. – 418 с.
9. Носко Б. С. Азотний режим ґрунтів і його трансформація в агроєко-системах. Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського». / Б. С. Носко – Харків. : «Міськдрук», 2013. – 130 с.
10. Новоселов С. И. Экспресс-метод определения нитратного азота в почве / С. И. Новоселов, А. А. Завалин // Агрохимия. – 1996. – № 6. – С. 96 – 102.
11. Хавкин Е. Е. Диагностика азотного питания сельскохозяйственных растений / Е. Е. Хавкин // Обзорная информация ВАСХНИЛ. – М.: Колос, 1984. – 90 с.
12. Крикунец В. М. Зависимость урожая сои от дозы азота удобрения / В. М. Крикунец // Агрохимия. – 1990. – № 12. – С. 31 – 38.
13. Синицький О. М. Економетрія : навч. посіб. / О. М. Синицький, О. Я. Батюк. – Львів : Сполом, 2011. – 210 с.
14. Кореньков Д. А. Минеральные удобрения и их рациональное применение / Д. А. Кореньков – М.: Россельхозиздат, 1973. – 176 с.
15. Никитишен В. И. Факторы, обуславливающие последствие азотных и фосфорных удобрений / В. И. Никитишен // Плодородие. – 2004. – № 2. – С. 18 – 21.

References

1. Babich N. N. Bakterizacija – priem povyshenija proizvodstva belka / N. N. Babich // Zernovye kul'tury. – 1997. – № 3. – P. 19 – 20.
2. Patyka V. P. Agroekologichna ocinka mineral'nyh dobryv ta pestycydiv / V. P. Patyka, N. A. Makarenko, L. I. Mokljachuk і ін. – К.: Osнова, – 2005. – 300 p.
3. Cichkar V. Tehnologija vyroshhuvannja nutu v Ukraїni / V. Cichkar, O. Bushuljan // Propozycja. – 2001. – № 10. – P. 42 – 43.

4. Butvina O. Ju. Vysokokonkurentnyje shtammy klubenyh bakterij – osnova jeffektivnosti biopreparatov / O. Ju. Butvina, N. Z. Tolkachev, A. V. Knjazev // Mikrobiologichnij zhurnal. – 1997. – T. 59, № 4. – P. 123 – 131.
5. Didovych S. V. Vplyv mineral'nogo azotu na efektyvnist' symbiozu nutu (Siser arietinum L.) z Mesorhizobium ciceri / S. V. Didovych, S. I. Portjanko, O. M. Didovych // Tezy nauk. konf. molodyh uchenyh (Uzhgorod, 1 – 3 grudnja 2005 r.). – Uzhgorod, 2005. – P. 48 – 49.
6. Radovnja V. A. Vlijanie azotnyh udobrenij na rost, razvitie i urozhajnost' ozimogo rapsa v uslovijah Poleskoj zony Belarusi / V. A. Radovnja, S. P. Ostapovich, V. N. Shlapunov // Zemledelie i selekcija v Belarusi: sb. nauch. tr / NAN Belarusi, Nauch. Cprakt. Centr NAN Belarusi po zemledeliju. – Minsk. 2006. – Vyp. 44. – P. 40 – 49.
7. Gamzikov G. P. Balans i prevrashhenie azota udobrenij / G. P. Gamzikov, V. N. Emel'janova – Novosibirsk : Nauka, 1985. – 160 p.
8. Vozbuckaja A. E. Himija pochvy / A. E. Vozbuckaja. – M. : Vysshaja shkola, 1968. – 418 p.

9. Nosko B. S. Azotnyj rezhym g'runtiv i jogo transformacija v agroekosystemah. Nacional'nyj naukovyj centr «Instytut g'runtoznavstva ta agrohimii' imeni O. N. Sokolovskogo». Harkiv. «Mis'kdruk», 2013. – 130 p.
10. Novoselov S. I. Jekspres-metod opredelenija nitratnogo azota v pochve / S. I. Novoselov, A. A. Zavalin // Agrohimija. – 1996. – № 6. – P. 96 – 102.
11. Havkin E. E. Diagnostika azotnogo pitanija sel'skohozjajstvennyh rastenij / E. E. Havkin // Obzornaja informacija VASHNIL. – M.: Kolos, 1984. – 90 p.
12. Krikunec V. M. Zavisimost' urozhaja soi ot dozy azota udobrenija / V. M. Krikunec // Agrohimija. – 1990. – № 12. – P. 31 – 38.
13. Synyc'kyj O. M. Ekonometrija : navch. posib. / O. M. Synyc'kyj, O. Ja. Batjuk. – L'viv : Spolom, 2011. – 210 p.
14. Koren'kov D. A. Mineral'nye udobrenija i ih racional'noe primenenie / D. A. Koren'kov – M.: Rossel'hozizdat, 1973. – 176 p.
15. Nikitishen V. I. Faktory, obuslovlivajushhie posledejstvie azotnyh i fosfornyh udobrenij / V.I. Nikitishen // Plodorodie. – 2004. – № 2. – P. 18 – 21.



Г. М. Господаренко
доктор с.-г. наук, професор
кафедри агрохімії і ґрунтознавства
Уманського національного
університету садівництва
hospodarenko@mail.ru

УДК 631.82



І. В. Прокопчук
кандидат с.-г. наук, доцент
кафедри агрохімії і ґрунтознавства
Уманського національного
університету садівництва
pivotbi@ukr.net

ТРАНСФОРМАЦІЯ КИСЛОТНО-ОСНОВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТУ ЗА ТРИВАЛОГО ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ У ПОЛЬОВІЙ СІВОЗМІНІ

Анотація. В статті проведено аналіз змін основних параметрів показників родючості ґрунту, а саме кислотно-основних його властивостей, які в сучасних умовах використання ґрунтів мають особливо важливе значення, у зв'язку із їх підкисленням. У роботі обґрунтовано та доведено можливість зниження негативної дії різних чинників на кислотно-основні властивості, завдяки застосуванню періодичного вапнування. Встановлено, що на кислотно-основні властивості чорнозему опідзоленого суттєвий вплив має система удобрення. На основі проведених досліджень було доведено, що мінеральна система удобрення найістотніше впливає на підкислення ґрунту і, відповідно, зміщення кислотно-основної рівноваги у бік підкислення.

На основі проведених досліджень розроблено рекомендації щодо покращення кислотно-основних властивостей, які послуговували науковим підґрунтям для розробки заходів з покращення властивостей ґрунту, що в кінцевому результаті забезпечить не лише покращення властивостей ґрунту, а й підвищення продуктивності вирощуваних культур.

Ключові слова: родючість ґрунту, кислотно-основні властивості, кислотність ґрунту, сума ввібраних основ, ємність катіонного обміну, відтворення родючості ґрунту, деградація ґрунтів, декальцинація ґрунтів.

Г. Н. Господаренко

доктор сільськогосподарських наук, професор Уманського національного університету садівництва

І. В. Прокопчук

кандидат сільськогосподарських наук, доцент Уманського національного університету садівництва

ТРАНСФОРМАЦИЯ КИСЛОТНО-ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ В ПОЛЕВОМ СЕВООБОРОТЕ

Аннотация. В статье проведен анализ изменений основных параметров показателей плодородия почвы, а именно кислотно-основных его свойств, которые в современных условиях использования почв имеют особо важное значение, в связи с их подкислением. В работе обоснована и доказана возможность снижения негативного воздействия различных факторов на кислотно-основные свойства, благодаря применению периодического известкования. Установлено, что на кислотно-основные свойства чернозема оподзоленного существенное влияние имеет система удобрения. На основе проведенных исследований было доказано, что минеральная система удобрения существенно влияет на подкисление почвы, и соответственно на смещение кислотно-основного равновесия в сторону подкисления.

На основе проведенных исследований разработаны рекомендации по улучшению кислотно-основных свойств, которые послужили основанием для разработки мероприятий по улучшению свойств почвы, что в конечном итоге обеспечит не только улучшение свойств почвы, но и в конечном итоге повышению продуктивности выращиваемых культур.

Ключевые слова: плодородие почвы, кислотно-основные свойства, кислотность почвы, сумма поглощенных оснований, емкость катонного обмена, восстановление плодородия почвы, деградация почв, декальцинация почв.

G. M. Hospodarenko

Doctor of Agricultural Sciences, Professor Uman National University of Horticulture

I. V. Prokopchuk

Candidate of Agricultural Sciences, Uman National University of Horticulture