

УДК 633.4:631.8:631.582, DOI 10.31210/visnyk2018.04.06
© 2018

Цвей Я. П., доктор сільськогосподарських наук
Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України

Тищенко М. В., кандидат сільськогосподарських наук
Веселоподільська дослідно-селекційна станція Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків
НААН України

Філоненко С. В., кандидат сільськогосподарських наук,
Ляшенко В. В., кандидат сільськогосподарських наук
Полтавська державна аграрна академія

ФОРМУВАННЯ ПОЖИВНОГО РЕЖИМУ ҐРУНТУ В ПОЛІ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ ЗАЛЕЖНО ВІД ЇХ УДОБРЕННЯ В КОРОТКОРОТАЦІЙНІЙ ПЛОДОЗМІННІЙ СІВОЗМІНІ

Рецензент – доктор сільськогосподарських наук, професор П. В. Писаренко

Наведено результати досліджень впливу різних доз органічних та мінеральних добрив, що вносяться під цукрові буряки в короткоротаційній плодозмінній сівозміні, на вміст нітратного і мінерального азоту, рухомого фосфору та обмінного калію в чорноземі типовому слабкосолонцюватому.

У результаті польових досліджень було встановлено, що в зоні недостатнього зволоження в умовах Лівобережного Лісостепу України в короткоротаційній плодозмінній сівозміні формування поживного режиму чорнозему типового слабкосолонцюватого під цукровими буряками залежало від системи удобрення. Найбільший вміст нітратного і мінерального азоту в орному шарі ґрунту виявився на час сходів цукрових буряків на ділянках, де вносили під культуру 50 т/га гною + $N_{90}P_{120}K_{90}$, – 17,2 і 20,1 мг/кг ґрунту відповідно. Така доза органічних і мінеральних добрив забезпечила і найбільшу кількість рухомого фосфору в орному шарі у період сходів культури – 80,0 мг/кг ґрунту, що обумовлено зростаючою рухомістю фосфатів з органічних добрив і меншим переходом фосфору в малорозчинні сполуки.

Заміна дози добрив із 25 т/га гною + $N_{180}P_{240}K_{180}$, яку вносили під цукрові буряки, на 50 т/га гною + $N_{90}P_{120}K_{90}$ сприяла підвищенню вмісту обмінного калію в орному шарі ґрунту на час сходів буряків із 170,0 до 177,0 мг/кг ґрунту, що обумовлено високою дозою внесених органічних добрив під культуру, які після мінералізації гною і забезпечили зростання вмісту обмінного калію в ґрунті.

Ключові слова: цукрові буряки, поживний режим, система удобрення, сівозміна, мінеральний азот, рухомий фосфор, обмінний калій.

Постановка проблеми. Загальновідомо, що оптимізація мінерального живлення рослин – найбільш істотний засіб регулювання фізіологічних процесів, що визначають формування вро-

жаю будь-якої сільськогосподарської культури. Адже в інтенсивному землеробстві врожайність сільськогосподарських культур залежить від природної родючості ґрунтів і погодних умов лише на 25 %. При цьому добрива забезпечують від 30 до 60 % врожаю, якісне насіння – від 5 до 20 %, засоби захисту рослин – від 5 до 15 %. Такий розподіл впливу на врожайність відповідних чинників сформувався завдяки впровадженню нових технологій, внесення комплексних добрив, збалансованих за макро- й мікроелементним складом, що відповідає потребам кожної культурної рослини [2, 8].

Саме тому роль збалансованого живлення у правильно підібраній системі удобрення сільськогосподарської культури набуває першочергового значення. Добре організувавши цей компонент технології, можна підвищити здатність рослин культури опиратися негативному впливу різних чинників зовнішнього середовища, в тому числі й патогенних мікроорганізмів і, як наслідок, зекономити кошти на їх захисті [4].

У рослинах цукрових буряків виявлено близько 76 елементів. Незалежно від їх вмісту у рослинному організмі, кожний із цих елементів має специфічне, притаманне виключно йому, значення, і не може бути замінений іншим елементом [1].

Вплив елементів живлення на ріст і розвиток рослин, наголошують Я. П. Цвей, О. І. Недашківський та М. О. Кіселевська (2003), виявляється комплексно, тобто під час взаємодії їх між собою, і поєднується із впливом процесів повітряного живлення та водного режиму. Разом із цим, важливо знати специфічну дію основних елементів живлення і оптимальні умови для надходження їх у рослини [8].

Цукрові буряки на формування 1 тонни врожаю коренеплодів та відповідної кількості гички, в середньому, засвоюють 5–6 кг азоту, 1,5–2 кг фосфору та 6–7 кг калію. Саме тому цю культуру науковці вважають «калієлюбом» [3].

Азот (разом із сіркою, вуглецем, киснем і воднем) входить до складу органічних сполук і є своєрідним «будівельним матеріалом» в рослині. За недостатнього надходження в рослину азоту, як зазначають Л. А. Барштейн, І. С. Шкарєдний та В. М. Якименко (2002), в листових пластинках і черешках зменшується вміст амінокислот, нуклеїнових кислот і білків. Це призводить до зменшення фотосинтетичного апарату і різкого зниження врожайності коренеплодів [2]. Раціональне використання азоту цукровими буряками залежить від наявності інших елементів живлення, генетичних особливостей і зовнішніх умов. Тому більшість дослідників вважають, що верхньої межі доз внесення азоту поки ще не досягнуто. Але все ж вони звертають увагу й на те, що підвищені дози азоту негативно впливають на ріст проростків буряків, стійкість їх до несприятливих умов, особливо за аміачного живлення [11].

Крім того, одностороннє азотне живлення у другій половині вегетації сприяє надмірному розвитку листового апарату, що зменшує масу коренеплодів [10].

Фосфор рослини використовують з першого дня розвитку і до кінця вегетації як на першому, так і на другому році життя. Нестача його впливає на міцність проростків, уповільнює ріст листків і коренеплодів. Фосфорні добрива сприяють швидкому росту кореневої системи, підвищують врожайність, цукристість коренеплодів, прискорюють дозрівання висадків та утворення повноцінного насіння [7].

Фосфор забезпечує енергетичну життєдіяльність рослини. Усі легкорозчинні форми фосфору лише на 1/3 засвоюються рослинами і в ґрунті швидко переходять у важкорозчинні сполуки [1].

У результаті своїх досліджень Л. А. Барштейн, І. С. Шкарєдний та А. Ф. Одрехівський (1997) дійшли висновку, що калій, який теж є важливим макроелементом, збільшує врожайність коренеплодів, підвищує їх цукристість і загальний вихід цукру. З підвищенням рівня живлення рослин роль калію зростає. Він не входить до складу органічних речовин, а перебуває в рослині у вигляді позитивно зарядженого іону металу і створює «електричне середовище», активно впливаючи на процеси поглинання води, переміщення цукрів, перетворення енергії. Калій має велике значення для ростових процесів, фотосинтезу, утворення і переміщення вуглеводів,

підвищує ефективність використання азоту і фосфору в рослині [1].

Якщо в рослині достатньо калію, то азот і фосфор із листків, що старіють, надходять у молоді, тобто реутилізуються. Крім того, калій зменшує вміст так званого «шкідливого» азоту за рахунок більш інтенсивного синтезу білкового. Нестача калію спричиняє в'янення рослин, ураження їх церкоспорозом, інтенсивне старіння і відмирання листків та кореневої системи. Слід зазначити, що цукрові буряки використовують близько половини калію, внесеного з добривами [8].

Отже, питання вивчення оптимальної забезпеченості рослин цукрових буряків азотом, рухомих фосфором і обмінним калієм за рахунок внесення різних доз органічних і мінеральних добрив, є важливим і актуальним, особливо для умов зони недостатнього зволоження.

Аналіз основних досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання проблеми. Забезпечення цукрових буряків азотом залежить, в першу чергу, від родючості ґрунту, системи удобрення і ланок сівозмін [1, 4, 8–10, 12]. Дослідні дані численних науковців доводять, що найбільший вміст мінерального азоту на чорноземних ґрунтах спостерігається саме у період сходів цукрових буряків, що обумовлено мінералізаційними процесами у ґрунті, які пов'язані зі зростанням у ньому вмісту нітратного й амонійного азоту [3, 10, 11]. Серед сполук мінерального азоту, разом із амонієм, значну роль у живленні рослин цукрових буряків відіграє нітратний азот, який краще використовується рослинами у перші періоди вегетації.

Вміст рухомого фосфору в чорноземних ґрунтах у зернобурякових сівозмінах, як показують результати польових експериментів численних дослідників, залежить від системи удобрення і ланок сівозмін, насичення їх просапними та зерновими культурами, а також виносу фосфору рослинами сільськогосподарських культур [4, 7, 8]. Після застосування органічної та мінеральної системи удобрення цукрових буряків спостерігали істотне збільшення вмісту рухомого фосфору як в орному, так і в підорному шарах ґрунту [1, 2, 7, 8].

Щодо вмісту обмінного калію в ґрунті, то він, зазвичай, залежить від системи удобрення і ланок сівозмін [4, 8]. Крім того, вміст обмінного калію, наголошують науковці, на чорноземі типовому слабо-солонцюватому в умовах Лівобережного Лісостепу України залежить як від системи удобрення культур, так і від вмісту калію у ґрунтово-вбирному комплексі, і є суттєво вищим, порівняно з вмістом обмінного калію в ґрунті Правобережного Лісостепу України, що,

в свою чергу, обумовлено більшим відсотковим вмістом калію у ґрунтово-вбирному комплексі ґрунтів Лівобережжя. Застосування у сівозмінах органічної та мінеральної системи удобрення цукрових буряків сприяє високому вмісту обмінного калію в чорноземних ґрунтах [1, 2, 4].

Отже, внесення органічних і мінеральних добрив під цукрові буряки сприяє кращому забезпеченню чорноземних ґрунтів азотом, рухомих фосфором і обмінним калієм. Проте дослідних даних про вплив системи удобрення цукрових буряків на вміст найважливіших макроелементів у чорноземі типовому слабкосолонцюватому в полі під цією культурою у зоні недостатнього зволоження вкрай недостатньо.

Мета досліджень – встановлення впливу удобрення цукрових буряків на формування поживного режиму ґрунту під ними в короткоротаційній плодозмінній сівозміні.

Завдання досліджень:

1. Дослідити вплив різних доз органічних та мінеральних добрив, що вносяться під цукрові буряки, на вміст нітратного і мінерального азоту.

2. Вивчити дію різних систем удобрення, що застосовуються під час вирощування цукрових буряків, на вміст рухомого фосфору в полі культури в короткоротаційній плодозмінній сівозміні.

3. Дослідити і проаналізувати вміст обмінного калію в чорноземі типовому слабкосолонцюватому за внесення під цукрові буряки різних доз органічних та мінеральних добрив.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводили в тривалому стаціонарному досліді Веселоподільської дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків Національної академії аграрних наук України (Семенівський район, Полтавська область) упродовж 2006–2009 рр. У результаті досліджень передбачалось встановити в короткоротаційній плодозмінній сівозміні вплив різних доз органічних і мінеральних добрив, що вносили під цукрові буряки, на формування поживного режиму ґрунту під ними.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий слабкосолонцюватий малогумусний середньосуглинковий, що характеризується такими агрохімічними показниками орного шару: рН сольової витяжки – 7,2–7,7; ємність поглинання коливається в межах 37–39 мг-екв. на 100 г ґрунту; гумус за Тюрнімом – 4,5–4,7 %, забезпеченість рухомих фосфором та обмінним калієм (за Мачигінімом) становить 50,9–64,5 і 143,2–153,2 мг/кг ґрунту відповідно.

Дослідна станція знаходиться в зоні недостатнього зволоження Лівобережного Лісостепу України,

де середня багаторічна кількість опадів, за даними метеостанції Веселий Поділ, протягом року становить 511 мм, а протягом вегетаційного періоду – 326 мм. Клімат – помірно-континентальний, з недостатнім зволоженням. Середньобагаторічна середньорічна температура повітря становить +7,7 °С, сума активних температур (> +5 °С) – 2030 °С, сума ефективних температур (> +10 °С) – 1275 °С.

Агрометеорологічні умови у роки проведення досліджень характеризувались деякими відхиленнями від середніх багаторічних показників, але в цілому вони були сприятливими для вирощування цукрових буряків та інших сільськогосподарських культур.

Чергування культур у короткоротаційній плодозмінній сівозміні було наступним: багаторічні трави (еспарцет + костриця лучна), озима пшениця, цукрові буряки, ячмінь з підсівом багаторічних трав.

Схема стаціонарного досліді включала таку систему удобрення цукрових буряків:

- варіант 9 – без добрив (контроль);
- варіант 7 – 25 т/га гною;
- варіант 10 – 25 т/га гною + N₉₀P₁₂₀K₉₀;
- варіант 11 – 25 т/га гною + N₁₃₅P₁₈₀K₁₃₅;
- варіант 12 – 50 т/га гною + N₉₀P₁₂₀K₉₀;
- варіант 8 – 25 т/га гною + N₁₈₀P₂₄₀K₁₈₀.

Сівозміна стаціонарного досліді розміщена на чотирьох полях. Загальна площа посівної ділянки – 182 м², облікової – 61 м². Повторення у досліді – чотириразове, розміщення ділянок – систематичне. Слід зазначити, що шість варіантів короткоротаційної плодозмінної сівозміни відрізнялись між собою лише різними дозами внесення органічних і мінеральних добрив під цукрові буряки; чергування культур та способи основного обробітку ґрунту в цих варіантах були однаковими.

Технологія вирощування сільськогосподарських культур у сівозміні досліді – загальноприйнята для умов зони недостатнього зволоження. На дослідних ділянках вирощували гібрид цукрових буряків Іванівсько-Веселоподільський ЧС-84. Дослідження проводили відповідно до методики польового досліді [5] і виконували згідно з методичними вказівками ІБКіЦБ [6].

У досліді проводили наступні аналізи за загальноприйнятими методиками агрохімічних досліджень: аналіз вмісту амонійного та нітратного азоту (колометричним методом з дисульфохеноловою кислотою в модифікації ЦІНАО); аналіз вмісту азоту органічних сполук, що легко гідролізується (за Корнфілдом); аналіз вмісту рухомого фосфору і обмінного калію (за Мачигінімом) у ґрунті під цукровими буряками.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Відповідні аналізи проводили на початку вегетації і перед збиранням урожаю буряків. Визначення реакції ґрунтового розчину виконували на рН-метрі (ДСТУ ISO 10390-2001).

Результати досліджень. У результаті проведених нами досліджень встановлено, що в короткоротаційній плодозмінній сівозміні на час сходів цукрових буряків вміст нітратного азоту (NO_3) на неудобреному варіанті становив, у середньому, 8,8 мг/кг ґрунту в орному шарі (табл. 1).

За внесення під цукрові буряки 25 т/га гною + $\text{N}_{90}\text{P}_{120}\text{K}_{90}$ (варіант 10) вміст нітратного азоту (NO_3) в ґрунті в полі буряків на час їх сходів підвищився до рівня 13,4 мг/кг ґрунту в орному шарі, що виявилось на 4,6 мг/кг ґрунту більше неудобреного варіанта (варіант 9). У випадку збільшення дози добрив, що вносили під цукрові буряки, до 25 т/га гною + $\text{N}_{180}\text{P}_{240}\text{K}_{180}$ (варіант 8), відмічене значне зростання нітратного азоту до рівня 16,1 мг/кг ґрунту.

Відомо, що нітратний азот має властивість мігрувати у нижні шари ґрунту, тому після внесення добрив спостерігали його збільшення у підорному шарі ґрунту. Так, за застосування під цукрові буряки 25 т/га гною + $\text{N}_{90}\text{P}_{120}\text{K}_{90}$ (варіант 10) вміст NO_3 в підорному шарі досягав 12,1 мг/кг ґрунту, що було на 4,4 мг/кг ґрунту більше порівняно з контролем, на ділянках якого не вносили добрив (варіант 9). Таку ж закономірність мали і за внесення підвищеної та високої доз добрив під цукрові буряки (варіанти 11 і 12).

Наші чотирирічні дослідження, проведені на чорноземі типовому слабкосолонцюватому, по-

казали, що у короткоротаційній плодозмінній сівозміні за застосування під цукрові буряки 25 т/га гною + $\text{N}_{90}\text{P}_{120}\text{K}_{90}$ (варіант 10) вміст мінерального азоту в орному шарі ґрунту в полі буряків на час їх сходів підвищився на 6,4 мг/кг ґрунту порівняно з неудобреним фоном (варіант 9) і становив 18,3 мг/кг ґрунту (табл. 1).

За збільшення дози добрив під цукрові буряки до 25 т/га гною + $\text{N}_{135}\text{P}_{180}\text{K}_{135}$ (варіант 11) кількість мінерального азоту в ґрунті на цей період мала тенденцію до підвищення, порівняно із варіантом, де вносили середню дозу добрив під відповідну культуру (варіант 10). У підорному шарі ґрунту (30–60 см) на період сходів цукрових буряків вміст мінерального азоту збільшився після внесення під буряки 25 т/га гною + $\text{N}_{135}\text{P}_{180}\text{K}_{135}$ (варіант 11) до 17,5 мг/кг ґрунту, що виявилось на 7,0 мг/кг ґрунту більше, порівняно з контрольним варіантом без добрив (варіант 9).

Таке зростання вмісту в ґрунті мінерального азоту обумовлено як мінералізаційними процесами, що проходять у ньому, так і міграцією сполук мінерального азоту в нижні шари ґрунту.

За внесення під цукрові буряки високої дози добрив (варіант 12), кількість мінерального азоту в підорному шарі ґрунту збільшилась, порівняно із контролем (варіант 9), середньою (варіант 10) і підвищеною (варіант 11) їх дозами. Отже, за збільшення системи удобрення цукрових буряків підвищується вміст мінерального азоту як в орному, так і в підорному шарах ґрунту, що сприяє кращому росту і розвитку рослин буряків.

1. Вміст нітратного і мінерального азоту у чорноземі типовому слабкосолонцюватому в плодозмінній короткоротаційній сівозміні (в середньому за 2006–2009 рр.), мг/кг ґрунту

| Варіант | Доза добрив під цукрові буряки | Шар ґрунту, см | Період вегетації | | | |
|------------------|-------------------------------------------------------------|----------------|----------------------------------|----------|--------------------------------------------------|----------|
| | | | Нітратний азот (NO_3) | | Мінеральний азот ($\text{NO}_3 + \text{NH}_4$) | |
| | | | сходи | збирання | сходи | збирання |
| 9 | Без добрив (контроль) | 0–30 | 8,8 | 4,3 | 11,9 | 9,4 |
| | | 30–60 | 7,7 | 3,8 | 10,5 | 7,5 |
| 7 | 25 т/га гною | 0–30 | 10,9 | 6,4 | 16,5 | 13,4 |
| | | 30–60 | 9,9 | 5,5 | 12,7 | 9,5 |
| 10 | 25 т/га гною + $\text{N}_{90}\text{P}_{120}\text{K}_{90}$ | 0–30 | 13,4 | 8,6 | 18,3 | 15,1 |
| | | 30–60 | 12,1 | 7,2 | 14,0 | 10,9 |
| 11 | 25 т/га гною + $\text{N}_{135}\text{P}_{180}\text{K}_{135}$ | 0–30 | 12,5 | 7,3 | 19,2 | 14,4 |
| | | 30–60 | 11,1 | 6,0 | 17,5 | 11,5 |
| 12 | 50 т/га гною + $\text{N}_{90}\text{P}_{120}\text{K}_{90}$ | 0–30 | 17,2 | 11,3 | 20,1 | 15,6 |
| | | 30–60 | 15,5 | 10,0 | 18,0 | 12,0 |
| 8 | 25 т/га гною + $\text{N}_{180}\text{P}_{240}\text{K}_{180}$ | 0–30 | 16,1 | 10,7 | 19,6 | 15,2 |
| | | 30–60 | 14,3 | 9,0 | 17,7 | 11,8 |
| НП ₀₅ | | 0–30 | 0,89 | 1,39 | 1,05 | 0,73 |
| | | 30–60 | 0,77 | 1,18 | 0,39 | 0,64 |

Наприкінці вегетації цукрових буряків, на час їх збирання, у короткоротаційній плодозмінній сівозміні вміст нітратного і мінерального азоту зменшився, й не лише через інтенсивне використання його рослинами, але і через затухання нітрифікаційних і амоніфікаційних процесів у ґрунті. Так, вміст нітратного азоту NO_3 в орному шарі за внесення під цукрові буряки 25 т/га гною + $\text{N}_{90}\text{P}_{120}\text{K}_{90}$ (варіант 10) і 25 т/га гною + $\text{N}_{135}\text{P}_{180}\text{K}_{135}$ (варіант 11) становив відповідно 8,6 і 7,3 мг/кг ґрунту (табл. 1).

У той же час, застосування під цукрові буряки добрив у дозах 25 т/га гною + $\text{N}_{180}\text{P}_{240}\text{K}_{180}$ (варіант 8) і 50 т/га гною + $\text{N}_{90}\text{P}_{120}\text{K}_{90}$ (варіант 12) збільшило кількість нітратного азоту в орному шарі до 10,7 і 11,3 мг/кг ґрунту відповідно. На нашу думку, таке зростання нітратного азоту обумовлено підвищеною дозою азоту, яку вносили у систему удобрення цукрових буряків.

Стосовно вмісту мінерального азоту, то слід зазначити, що його кількість в орному шарі ґрунту на фоні без добрив (варіант 9) становила 9,4 мг/кг ґрунту, тоді як внесення під цукрові буряки 25 т/га гною + $\text{N}_{90}\text{P}_{120}\text{K}_{90}$ (варіант 10) сприяло підвищенню вмісту мінерального азоту до рівня 15,1 мг/кг ґрунту, що було на 5,7 мг/кг ґрунту більше від неудобреного варіанту. Внесення під цукрові буряки 50 т/га гною + $\text{N}_{90}\text{P}_{120}\text{K}_{90}$ (варіант 12) забезпечило хоч і незначне, але все ж збільшення вмісту мінерального азоту в орному шарі до величини 15,6 мг/кг ґрунту.

Отже, в короткоротаційній плодозмінній сівозміні вміст сполук нітратного і мінерального азоту в ґрунті в полі цукрових буряків залежить від системи удобрення буряків. Найбільший вміст нітратного і мінерального азоту в ґрунті спостерігали за роки досліджень у період сходів цукрових буряків.

Наші чотирирічні дослідження, проведені на чорноземі типовому слабкосолонцюватому, показали, що у короткоротаційній плодозмінній сівозміні за застосування під цукрові буряки 25 т/га гною (варіант 7) вміст рухомого фосфору в орному шарі ґрунту в полі буряків, на час їх сходів, становив 43,7 мг/кг ґрунту, що виявилось на 15,1 мг/кг ґрунту більше, порівняно з контрольним варіантом без добрив (табл. 2).

За внесення під цукрові буряки 25 т/га гною + $\text{N}_{90}\text{P}_{120}\text{K}_{90}$ (варіант 10) вміст рухомого фосфору в орному шарі досягав 58,7 мг/кг ґрунту, і збільшився на 15,0 мг/кг ґрунту порівняно із застосуванням під буряки лише гною (варіант 7).

Внесення під цукрові буряки 50 т/га гною + $\text{N}_{90}\text{P}_{120}\text{K}_{90}$ (варіант 12) забезпечило найбільшу кількість рухомого фосфору в орному шарі – 80,0 мг/кг ґрунту, що обумовлено зростаючою рухомістю фосфатів з органічних добрив і меншим переходом фосфору у малорозчинні сполуки. Застосування під цукрові буряки 25 т/га гною + $\text{N}_{180}\text{P}_{240}\text{K}_{180}$ (варіант 8) призвело до незначного зниження вмісту рухомого фосфору в орному шарі до рівня 75,5 мг/кг ґрунту (табл. 2).

За внесення під цукрові буряки 25 т/га гною + $\text{N}_{90}\text{P}_{120}\text{K}_{90}$ (варіант 10) кількість рухомого фосфору в підорному шарі ґрунту в полі буряків на час їх сходів становила 49,5 мг/кг ґрунту, що виявилось на 29,4 мг/кг ґрунту більше порівняно з неудобреним фоном.

За внесення під цукрові буряки 25 т/га гною + $\text{N}_{180}\text{P}_{240}\text{K}_{180}$ (варіант 8) вміст рухомого фосфору в підорному шарі ґрунту в полі буряків на час їх сходів сягнув 64,1 мг/кг ґрунту, а на час збирання коренеплодів – 43,8 мг/кг ґрунту, що виявилось майже втричі більшим, порівняно з контролем без добрив (табл. 2).

Таке зростання рухомого фосфору зумовлено саме органо-мінеральною системою удобрення цукрових буряків, яка і сприяла збільшенню фосфатів не лише в орному, а й в підорному шарах ґрунту.

Наприкінці вегетації цукрових буряків, зокрема на період їх збирання, вміст рухомого фосфору в ґрунті у полі культури зменшився, в першу чергу, через використання фосфору рослинами, а також у зв'язку з переходом фосфору у важкорозчинні сполуки. У короткоротаційній плодозмінній сівозміні за внесення під цукрові буряки 25 т/га гною (варіант 7) на час збирання коренеплодів буряків у орному шарі ґрунту вміст рухомого фосфору досягав 33,9 мг/кг ґрунту, що виявилось на 9,8 мг/кг ґрунту менше порівняно із вмістом рухомого фосфору в ґрунті на період сходів буряків (табл. 2).

За застосування під цукрові буряки 25 т/га гною + $\text{N}_{90}\text{P}_{120}\text{K}_{90}$ (варіант 10) на час збирання буряків у орному шарі ґрунту кількість рухомого фосфору знизилась на 12,3 мг/кг ґрунту порівняно з кількістю його під час сходів рослин культури. За збільшення дози добрив під цукрові буряки до 25 т/га гною + $\text{N}_{180}\text{P}_{240}\text{K}_{180}$ (варіант 8) на період збирання буряків у орному шарі ґрунту вміст рухомого фосфору становив 59,7 мг/кг ґрунту, що було на 15,8 мг/кг ґрунту менше, порівняно з вмістом його в ґрунті на період сходів буряків.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

2. Вміст рухомого фосфору в чорноземі типовому слабкосолонцюватому у короткоротаційній плодозмінній сівозміні (в середньому за 2006–2009 рр.), мг/кг ґрунту

| Варіант | Доза добрив під цукрові буряки | Шар ґрунту, см | Період вегетації | |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------|------------------|----------|
| | | | сходи | збирання |
| 9 | Без добрив (контроль) | 0–30 | 28,6 | 21,5 |
| | | 30–60 | 20,1 | 14,4 |
| 7 | 25 т/га гною | 0–30 | 43,7 | 33,9 |
| | | 30–60 | 34,0 | 24,6 |
| 10 | 25 т/га гною + N ₉₀ P ₁₂₀ K ₉₀ | 0–30 | 58,7 | 46,4 |
| | | 30–60 | 49,5 | 34,3 |
| 11 | 25 т/га гною + N ₁₃₅ P ₁₈₀ K ₁₃₅ | 0–30 | 51,0 | 42,5 |
| | | 30–60 | 45,3 | 30,2 |
| 12 | 50 т/га гною + N ₉₀ P ₁₂₀ K ₉₀ | 0–30 | 80,0 | 63,0 |
| | | 30–60 | 68,0 | 46,1 |
| 8 | 25 т/га гною + N ₁₈₀ P ₂₄₀ K ₁₈₀ | 0–30 | 75,5 | 59,7 |
| | | 30–60 | 64,1 | 43,8 |
| НІР ₀₅ | | 0–30 | 4,79 | 2,65 |
| | | 30–60 | 2,66 | 1,98 |

За внесення під цукрові буряки 50 т/га гною +N₉₀P₁₂₀K₉₀ (варіант 12) на період їх збирання в орному шарі ґрунту спостерігали найбільший вміст рухомого фосфору – 63,0 мг/кг ґрунту, що було обумовлено, на нашу думку, значною дозою внесення органічних добрив.

Отже, в короткоротаційній плодозмінній сівозміні збільшення доз застосування добрив під цукрові буряки підвищує вміст рухомого фосфору в ґрунті.

Результати проведених нами чотирирічних досліджень показали, що у короткоротаційній плодозмінній сівозміні за внесення під цукрові буряки 25 т/га гною (варіант 7) вміст обмінного калію в орному шарі ґрунту в полі буряків на час

їх сходів становив 123,8 мг/кг ґрунту, що було на 22,1 мг/кг ґрунту більше порівняно з контрольним варіантом без застосування добрив (табл. 3).

Одночасно зі збільшенням доз добрив під цукрові буряки підвищувався вміст обмінного калію в ґрунті. Так, за внесення під цукрові буряки 25 т/га гною +N₉₀P₁₂₀K₉₀ (варіант 10) кількість обмінного калію в цей час в орному шарі досягла 147,5 мг/кг ґрунту. За збільшення дози добрив під цукрові буряки до 25 т/га гною + N₁₈₀P₂₄₀K₁₈₀ (варіант 8) вміст обмінного калію становив 170,0 мг/кг ґрунту, що виявилось на 68,3 мг/кг ґрунту більшим порівняно з контролем без добрив (варіант 9).

3. Вміст обмінного калію в чорноземі типовому слабко солонцюватому у короткоротаційній плодозмінній сівозміні (в середньому за 2006–2009 рр.), мг/кг ґрунту

| Варіант | Доза добрив під цукрові буряки | Шар ґрунту, см | Період вегетації | |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------|------------------|----------|
| | | | сходи | збирання |
| 9 | Без добрив (контроль) | 0–30 | 101,7 | 89,1 |
| | | 30–60 | 87,2 | 75,8 |
| 7 | 25 т/га гною | 0–30 | 123,8 | 109,7 |
| | | 30–60 | 108,6 | 87,9 |
| 10 | 25 т/га гною + N ₉₀ P ₁₂₀ K ₉₀ | 0–30 | 147,5 | 129,8 |
| | | 30–60 | 130,9 | 101,0 |
| 11 | 25 т/га гною + N ₁₃₅ P ₁₈₀ K ₁₃₅ | 0–30 | 135,0 | 118,1 |
| | | 30–60 | 122,5 | 95,3 |
| 12 | 50 т/га гною + N ₉₀ P ₁₂₀ K ₉₀ | 0–30 | 177,0 | 155,5 |
| | | 30–60 | 157,3 | 121,0 |
| 8 | 25 т/га гною + N ₁₈₀ P ₂₄₀ K ₁₈₀ | 0–30 | 170,0 | 150,0 |
| | | 30–60 | 153,6 | 116,5 |
| НІР ₀₅ | | 0–30 | 5,18 | 4,57 |
| | | 30–60 | 3,39 | 3,65 |

У той же час найбільший вміст обмінного калію в ґрунті за роки досліджень мали на ділянках варіанту 12, де вносили під цукрові буряки 50 т/га гною + N₉₀P₁₂₀K₉₀ – 177,0 мг/кг ґрунту. Таке збільшення кількості відповідного макроелементу в ґрунті обумовлено, на нашу думку, високою дозою органічних добрив, що вносили під культуру. У короткоротаційній плодозмінній сівозміні на період збирання цукрових буряків вміст обмінного калію також знизився, причому як в орному, так і в підорному, шарах ґрунту за різних доз добрив під культуру, що пояснюється використанням цього макроелементу рослинами буряків та переходом його в недоступний стан. Так, на фоні без добрив (варіант 9) наприкінці вегетації цукрових буряків вміст обмінного калію в орному шарі ґрунту знизився на 12,6 мг/кг ґрунту порівняно з початком вегетації буряків (табл. 3).

За внесення під цукрові буряки 25 т/га гною + N₉₀P₁₂₀K₉₀ (варіант 10) кількість обмінного калію на період збирання коренеплодів культури зменшилася на 17,7 мг/кг ґрунту в орному і на 29,9 мг/кг ґрунту в підорному шарах порівняно із попереднім обліком (фаза сходів буряків). Після внесення під цукрові буряки 25 т/га гною + N₁₈₀P₂₄₀K₁₈₀ (варіант 8) вміст обмінного калію знизився на 20,0 і 37,1 мг/кг ґрунту в орному і підорному шарах ґрунту відповідно. Таку ж закономірність спостерігали і за внесення під цукрові буряки 50 т/га гною + N₉₀P₁₂₀K₉₀ (варіант

12), де кількість обмінного калію на період збирання буряків зменшилась на 21,5 і 36,3 мг/кг ґрунту в орному і підорному шарах ґрунту відповідно порівняно з кількістю обмінного калію в ґрунті на час сходів буряків (табл. 3). Отже, збільшення доз добрив під цукрові буряки на чорноземі типовому слабкосолонцюватуому сприяє підвищенню вмісту обмінного калію в ґрунті.

Висновки: 1. У короткоротаційній плодозмінній сівозміні найбільший вміст нітратного і мінерального азоту в орному шарі ґрунту виявився на час сходів цукрових буряків на ділянках, де вносили під культуру 50 т/га гною + N₉₀P₁₂₀K₉₀, – 17,2 і 20,1 мг/кг ґрунту відповідно.

2. Застосування під цукрові буряки 50 т/га гною + N₉₀P₁₂₀K₉₀ забезпечило найбільшу кількість рухомого фосфору в орному шарі у період сходів культури – 80,0 мг/кг ґрунту, що обумовлено зростаючою рухомістю фосфатів з органічних добрив і меншим переходом фосфору в малорозчинні сполуки.

3. Заміна дози добрив із 25 т/га гною + N₁₈₀P₂₄₀K₁₈₀, яку вносили під цукрові буряки, на 50 т/га гною + N₉₀P₁₂₀K₉₀ сприяло підвищенню вмісту обмінного калію в орному шарі ґрунту на час сходів буряків із 170,0 до 177,0 мг/кг ґрунту, що обумовлено високою дозою внесених органічних добрив під культуру, які після мінералізації гною і забезпечили зростання вмісту обмінного калію в ґрунті.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Барштейн Л. А. Результати вивчення сівозмін на Білоцерківській дослідно-селекційній станції / Л. А. Барштейн, І. С. Шкаредний, А. Ф. Одрехівський // Система землеробства у буряківництві. – К. : Аграрна наука, 1997. – С. 21–32.

2. Барштейн Л. А. Сівозміни, обробіток ґрунту та удобрення в зонах бурякосіяння / Л. А. Барштейн, І. С. Шкаредний, В. М. Якименко. – К. : Тенар, 2002. – 488 с.

3. Використання соломи пшениці озимої як органічного добрива під цукрові буряки / [В. М. Бондаренко, А. С. Заришняк, Т. В. Колібачук, О. В. Шикирява] // Цукрові буряки. – 2005. – № 6. – С. 6–7.

4. Господаренко Г. М. Основи інтегрованого застосування добрив (монографія) / Г. М. Господаренко. – К. : Нічлава, 2002. – 344 с.

5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований: [монографія] / Б. А. Доспехов. – М. : Колос, 1979. – 416 с.

6. Методика исследований сахарной свеклы [методические рекомендации] / [Зубенко В. Ф., Борисюк В. А., Балков И. Я и др.]; под. ред.

В.Ф. Зубенко. – К. : ВНИС, 1986. – 292 с.

7. Носков Б. С. Фосфатный режим ґрунтів і ефективність добрив / Б. С. Носков. – К. : Урожай, 1990. – 224 с.

8. Цвей Я. П. Родючість ґрунту в короткоротаційних сівозмінах Лісостепу / Я. П. Цвей, О. І. Недашківський, М. О. Кіселевська // Вісник аграрної науки. – 2003. – № 10. – С. 11–15.

9. Шиманська Н. К. Вплив біологічного азоту на продуктивність культур сівозміни / Н. К. Шиманська // Система землеробства у буряківництві. – К. : Аграрна наука, 1997. – С. 125–140.

10. Шиян П. М. Оптимізація азотного живлення цукрових буряків і його діагностика / П. М. Шиян // Оптимізація азотного живлення при інтенсивних технологіях. – К. : Урожай, 1992. – С. 49–61.

11. Шиян П. Н. Дифференцированная оценка использования сахарной свеклой азота из фондов почвы и удобрений / П. Н. Шиян // Агрохимия. – 1984. – № 8. – С. 3–11.

12. Kochs H. J. Benötigen höhere Rüben – erträge mehr Stickstoff / H. J. Kochs, van Look, C. Rothkranz // Zuckerrübe. – 2010. – № 1. – S. 34–35.

ANNOTATION

Tsvey Ya. P., Tyshchenko M. V., Filonenko S. V., Liashenko V. V. Formation of nutrient regime of soil in the field of sugar beets depending on their fertilization in short-term crop rotation.

Optimization of mineral nutrition of plants is one of the most significant means to regulate physiological processes that determine yield formation of any crop. In intensive farming the yield of crops depends on the natural fertility of soil and weather conditions only by 25%. In this case, fertilizers provide from 30 to 60% of the yield, high quality seeds – from 5 to 20%, and plant protection products – from 5 to 15%. Therefore, studying of the optimal provision of sugar beet plants with nitrogen, mobile phosphorus and exchangeable potassium due to the application of various doses of organic and mineral fertilizers is important and relevant, especially for the conditions of the zone of inadequate moisture.

The purpose of the research was to determine the influence of sugar beet fertilization on the formation of the nutrient regime of the soil underneath in short-rotation fertile crop rotation.

The research task was the study of the effect of various doses of organic and mineral fertilizers, applied to sugar beets, on the content of nitrate and mineral nitrogen, as well as the effect of various fertilization systems used during the cultivation of sugar beets on the content of mobile phosphorus in the field of crop in short-term crop rotation and the study of the content of exchangeable potassium in

typical slightly alcanlinized black soil while applying various doses of organic and mineral fertilizers to sugar beets.

The following preliminary conclusions can be made based on the data of one-year research:

1. In short-term crop rotation, the highest content of nitrate and mineral nitrogen in the arable soil layer was at the time of germination of sugar beets in the areas where the manure + $N_{90}P_{120}K_{90}$ was applied in the amount of 50 tons per hectare - 17.2 and 20.1 mg/kg of soil.

2. The application of 50 t/ha of manure + $N_{90}P_{120}K_{90}$ provided the largest amount of mobile phosphorus in the arable layer during the period of the crop germination – 80.0 mg/kg of soil, due to the increasing mobility of phosphates from organic fertilizers and a smaller transition of phosphorus in the insoluble compounds.

3. The change of the dose of fertilizers applied to sugar beets from 25 t/ha of manure + $N_{180}P_{240}K_{180}$ to 50 t/ha of manure + $N_{90}P_{120}K_{90}$ resulted in the increase of the content of exchangeable potassium in the arable soil layer during sugar beets germination from 170.0 to 177.0 mg/kg of soil. It is the effect of the application of high dose of organic fertilizers, which after mineralization of manure provided the increase of the content of exchangeable potassium in the soil.

Key words: *sugar beets, nutritional regime, fertilization system, crop rotation, mineral nitrogen, mobile phosphorus, exchangeable potassium.*